

**Jahrbuch der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf  
2008/2009**



**Jahrbuch der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf  
2008/2009**

**Herausgegeben vom Rektor  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper**

**Konzeption und Redaktion:  
Univ.-Prof. em. Dr. Hans Süßmuth**

**d|u|p**



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0 License.  
For details go to <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

© düsseldorf university press, Düsseldorf 2010  
Einbandgestaltung: Monika Uttendorfer  
Titelbild: Leben auf dem Campus  
Redaktionsassistentz: Georg Stüttgen  
Beratung: Friedrich-K. Unterweg  
Satz: Friedhelm Sowa, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X  
Herstellung: WAZ-Druck GmbH & Co. KG, Duisburg  
Gesetzt aus der Adobe Times  
ISBN 978-3-940671-33-2  
eISBN 978-3-11-072003-7

## Inhalt

<b>Vorwort des Rektors</b> .....	13
<b>Gedenken</b> .....	15
<b>Hochschulrat</b> .....	17
ULRICH HADDING und ERNST THEODOR RIETSCHEL 18 Monate Hochschulrat der Heinrich-Heine-Universität: Sein Selbstverständnis bei konkreten, strategischen Entscheidungsvorgängen .....	19
<b>Rektorat</b> .....	25
H. MICHAEL PIPER Ein Jahr des Aufbruchs .....	27
<b>Medizinische Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	33
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	35
JOACHIM WINDOLF (Dekan) Bericht der Medizinischen Fakultät .....	41
MALTE KELM, MIRIAM CORTESE-KROTT, ULRIKE HENDGEN-COTTA und PATRICK HORN Stickstoffmonoxid und Nitrit als Mediatoren im kardiovaskulären System: Synthesewege, Speicherformen und Wirkmechanismen .....	49
JULIA SZENDRÖDI und MICHAEL RODEN Die Bedeutung der mitochondrialen Funktion für die Entstehung von Insulinresistenz und Typ-2-Diabetes .....	63
BETTINA POLLOK, MARKUS BUTZ, MARTIN SÜDMEYER, LARS WOJTECKI und ALFONS SCHNITZLER Funktion und Dysfunktion motorischer Netzwerke .....	81
WOLFGANG JANNI, PHILIP HEPP und DIETER NIEDERACHER Der Nachweis von isolierten Tumorzellen in Knochenmark und Blut von Patientinnen mit primärem Mammakarzinom – Standardisierte Methodik und klinische Relevanz .....	95
ROBERT RABENALT, VOLKER MÜLLER-MATTHEIS und PETER ALBERS Fortschritte in der operativen Behandlung des Prostatakarzinoms .....	111

MARCUS JÄGER, CHRISTOPH ZILKENS und RÜDIGER KRAUSPE Neue Materialien, neue Techniken: Hüftendoprothetik am Anfang des 21. Jahrhunderts .....	121
CHRISTIAN NAUJOKS, JÖRG HANDSCHEL und NORBERT KÜBLER Aktueller Stand des osteogenen Tissue-Engineerings.....	137
ULLA STUMPF und JOACHIM WINDOLF Alterstraumatologie: Herausforderung und Bestandteil der Zukunft in der Unfallchirurgie .....	153
ALFONS LABISCH Die säkularen Umbrüche der Lebens- und Wissenschaftswelten und die Medizin – Ärztliches Handeln im 21. Jahrhundert .....	161
<b>Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	175
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	177
ULRICH RÜTHER (Dekan) Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät im Jahr 2008/2009 .....	181
FRITZ GRUNEWALD Primzahlen und Kryptographie .....	185
WILLIAM MARTIN Hydrothermalquellen und der Ursprung des Lebens .....	203
PETER WESTHOFF C4-Reis – Ein Turbolader für den Photosynthesemotor der Reispflanze .....	217
MICHAEL BOTT, STEPHANIE BRINGER-MEYER, MELANIE BROCKER, LOTHAR EGGELING, ROLAND FREUDL, JULIA FRUNZKE und TINO POLEN Systemische Mikrobiologie – Etablierung bakterieller Produktionsplattformen für die Weiße Biotechnologie .....	227
SUSANNE AILEEN FUNKE und DIETER WILLBOLD Frühdiagnose und Therapie der Alzheimerschen Demenz .....	243
ECKHARD LAMMERT Die Langerhanssche Insel und der Diabetes mellitus .....	251
THOMAS KLEIN Was kann man von der Fliegenborste lernen? .....	261
REINHARD PIETROWSKY und MELANIE SCHICHL Mittagsschlaf oder Entspannung fördern das Gedächtnis .....	275
PETER PROKSCH, SOFIA ORTLEPP und HORST WEBER Naturstoffe aus Schwämmen als Ideengeber für neue <i>Antifouling</i> -Wirkstoffe .....	281

STEPHAN RAUB, JENS ECKEL, REINHOLD EGGER und STEPHAN OLBRICH Fortschritte in der Forschung durch Hochleistungsrechnen – Kooperation von IT-Service, Informatik und Physik .....	291
<b>Philosophische Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	305
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	307
HANS T. SIEPE (Dekan) Die Philosophische Fakultät im Spiegel der Publikationen ihrer Mitglieder .....	309
BRUNO BLECKMANN Römische Politik im Ersten Punischen Krieg .....	315
RICARDA BAUSCHKE-HARTUNG Minnesang zwischen Gesellschaftskunst und Selbstreflexion im Alter(n)sdiskurs – Walthers von der Vogelweide „Sumerlaten“-Lied ....	333
HENRIETTE HERWIG Altersliebe, Krankheit und Tod in Thomas Manns Novellen <i>Die Betrogene</i> und <i>Der Tod in Venedig</i> .....	345
ROGER LÜDEKE Die Gesellschaft der Literatur. Ästhetische Interaktion und soziale Praxis in Bram Stokers <i>Dracula</i> .....	361
SIMONE DIETZ Selbstdarstellungskultur in der massenmedialen Gesellschaft .....	383
MICHIKO MAE Integration durch „multikulturelle Koexistenz“, durch „Leitkultur“ oder durch eine „transkulturelle Partizipationsgesellschaft“? .....	393
<b>Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät</b>	
<i>Dekanat</i> .....	411
<i>Neu berufene Professorinnen und Professoren</i> .....	413
GUIDO FÖRSTER (Dekan) und DIRK SCHMIDTMANN Auswirkungen des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes auf die steuerliche Gewinnermittlung .....	415
HEINZ-DIETER SMEETS Finanzkrise – Schrecken ohne Ende? .....	433
PETER LORSCHIED Praxisorientierte Besonderheiten der Statistik im Düsseldorfer Bachelorstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“ .....	457

**Juristische Fakultät**

*Dekanat* ..... 467

DIRK LOOSCHELDERS (Dekan)

Neuregelung der Obliegenheiten des Versicherungsnehmers  
durch das Versicherungsvertragsgesetz 2008 ..... 469

HORST SCHLEHOFER

Die hypothetische Einwilligung – Rechtfertigungs-  
oder Strafunrechtsausschließungsgrund für einen ärztlichen Eingriff? ..... 485

ANDREW HAMMEL

Strategizing the Abolition of Capital Punishment  
in Three European Nations ..... 497

**Partnerschaften der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

JIŘÍ PEŠEK

Die Partnerschaft zwischen der Karls-Universität Prag  
und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ..... 513

**Gesellschaft von Freunden und Förderern der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.**

OTHMAR KALTHOFF

Jahresbericht 2008 ..... 525

GERT KAISER und OTHMAR KALTHOFF

Die wichtigsten Stiftungen der Freundesgesellschaft ..... 527

**Forscherguppen an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

KLAUS PFEFFER

Die Forschergruppe 729  
„Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“ ..... 535

PETER WERNET und GESINE KÖGLER

Die DFG-Forschergruppe 717 „Unrestricted Somatic Stem Cells from Hu-  
man Umbilical Cord Blood (USSC)“/„Unrestringierte somatische Stamm-  
zellen aus menschlichem Nabelschnurblut“ ..... 545

**Beteiligungen an Forschungsgruppen**

DIETER BIRNBACHER

Kausalität von Unterlassungen – Dilemmata und offene Fragen ..... 565

**Sofja Kovalevskaja-Preisträger**

KARL SEBASTIAN LANG

Das lymphozytäre Choriomeningitisvirus – Untersucht mittels eines  
Mausmodells für virusinduzierte Immunpathologie in der Leber ..... 583



## **Graduiertenausbildung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- SONJA MEYER ZU BERSTENHORST, KARL-ERICH JAEGER und  
JÖRG PIETRUSZKA  
*CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology:*  
Ein neuer Weg zur praxisnahen Doktorandenausbildung ..... 597
- JOHANNES H. HEGEMANN und CHRISTIAN DUMPITAK  
Strukturierte Promotionsförderung in der Infektionsforschung durch die  
Manchot Graduiertenschule „Molecules of Infection“ ..... 607

## **Nachwuchsforschergruppen an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- ULRICH HEIMESHOFF und HEINZ-DIETER SMEETS  
Empirische Wettbewerbsanalyse ..... 623
- WOLFGANG HOYER  
Selektion und Charakterisierung von Bindeproteinen  
für amyloidogene Peptide und Proteine ..... 631

## **Interdisziplinäre Forscherverbände an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

- ULRICH VON ALEMANN und ANNIKA LAUX  
Parteimitglieder in Deutschland.  
Die Deutsche Parteimitgliederstudie 2009 ..... 641
- JULIA BEE, REINHOLD GÖRLING und SVEN SEIBEL  
Wiederkehr der Folter? Aus den Arbeiten einer interdisziplinären Studie  
über eine extreme Form der Gewalt, ihre mediale Darstellung und ihre  
Ächtung ..... 649
- KLAUS-DIETER DRÜEN und GUIDO FÖRSTER  
Düsseldorfer Zentrum für  
Unternehmensbesteuerung und -nachfolge ..... 663
- KLAUS-DIETER DRÜEN  
Der Weg zur gemeinnützigen (rechtsfähigen) Stiftung –  
Stiftungszivilrechtliche Gestaltungsmöglichkeiten  
und steuerrechtliche Vorgaben ..... 665
- GUIDO FÖRSTER  
Steuerliche Rahmenbedingungen für Stiftungsmaßnahmen ..... 677

## **Kooperation der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und des Forschungszentrums Jülich**

- ULRICH SCHURR, UWE RASCHER und ACHIM WALTER  
Quantitative Pflanzenwissenschaften – Dynamik von Pflanzen  
in einer dynamischen Umwelt am Beispiel der Schlüsselprozesse  
Photosynthese und Wachstum ..... 691

## **Ausgründungen aus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

DETLEV RIESNER und HANS SÜSSMUTH

Die Gründung des Wissenschaftsverlags *düsseldorf university press  
GmbH* ..... 709

## **Zentrale Einrichtungen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

### ***Zentrale Universitätsverwaltung***

JAN GERKEN

Der Umstieg auf das kaufmännische Rechnungswesen:  
Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf nutzt als  
Vorreiter die Chancen der Hochschulautonomie ..... 729

### ***Universitäts- und Landesbibliothek***

IRMGARD SIEBERT

Sammelleidenschaft und Kulturförderung.  
Die Schätze der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf ..... 737

GABRIELE DREIS

Das Kulturgut Buch für die Zukunft bewahren:  
Bestandserhaltung in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf ... 751

### ***Zentrum für Informations- und Medientechnologie***

MANFRED HEYDTHAUSEN und ROBERT MONSER

Die Entwicklung eines Portals für  
die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ..... 769

STEPHAN RAUB, INGO BREUER, CHRISTOPH GIERLING und STEPHAN  
OLBRICH

Werkzeuge für Monitoring und Management von Rechenclustern –  
Anforderungen und Entwicklung des Tools <myJAM/> ..... 783

## **Sammlungen in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf**

KATHRIN LUCHT-ROUSSEL

Die Düsseldorfer Malerschule in der  
Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf ..... 795

## **Ausstellungen**

ANDREA VON HÜLSEN-ESCH

Jüdische Künstler aus Osteuropa und die  
westliche Moderne zu Beginn des 20. Jahrhunderts ..... 813

JENS METZDORF und STEFAN ROHRBACHER

„Geschichte in Gesichtern“ ..... 827

**Geschichte der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

SVENJA WESTER und MAX PLASSMANN

- Die Aufnahme des klinischen Unterrichts an der  
Akademie für praktische Medizin im Jahr 1919 ..... 853

**Forum Kunst**

HANS KÖRNER

- Frömmigkeit und Moderne.  
Zu einem Schwerpunkt in Forschung und Lehre  
am Seminar für Kunstgeschichte ..... 865

**Chronik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

ROLF WILLHARDT

- Chronik 2008/2009 ..... 897

**Campus-Orientierungsplan ..... 919****Daten und Abbildungen aus dem  
Zahlenspiegel der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ..... 925****Autorinnen und Autoren ..... 937**



# Vorwort des Rektors

Ein Jahrbuch ist wie ein Kaleidoskop: Es zeigt in bunter Mischung faszinierende Neuigkeiten. Im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* stellen sich die neuen Köpfe vor, und bekannte Leistungsträger präsentieren uns die Facetten ihrer jüngsten wissenschaftlichen Erkenntnisse. Die Autoren bemühen sich, ihre Forschungsthemen allgemeinverständlich darzustellen. Das kann nicht immer und für jeden Leser gelingen, da manche Fachthemen doch sehr spezielle Vorkenntnisse erfordern. Das *Jahrbuch* ist ein Angebot für jeden an der Universität Interessierten, sich Passendes herauszusuchen. Bei mehr als 900 Seiten Umfang wird dies zweifellos gelingen.

Mit dem *Jahrbuch* bedankt sich die Heinrich-Heine-Universität auch bei ihren vielen Freunden und Gönnern für die ihr zuteilgewordene Unterstützung. Die Universität in der Landeshauptstadt und Wirtschaftsmetropole Düsseldorf verdankt in ihrer Entwicklung vieles der anhaltenden Zuwendung von Stadt, Region und den Ehemaligen der Universität. Herrn Univ.-Prof. em. Dr. Hans Süßmuth, der auch das diesjährige *Jahrbuch* konzipiert und redaktionell betreut hat, danken die Mitglieder der Universitätsleitung ganz persönlich.

Düsseldorf, im Januar 2010

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Piper', with a stylized, looped initial 'P'.

Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper



# Gedenken

**Univ.-Prof. em. Dr. Wilhelm Kuchen**

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Anorganische Chemie und Strukturchemie – Lehrstuhl I  
† 26. November 2008

**Univ.-Prof. em. Dr. Hans-Dieter Martin**

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie – Lehrstuhl I  
† 8. März 2009

**Eckhard Zügge**

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Theoretische Physik I  
Systemadministrator  
† 27. Juni 2009

**Univ.-Prof. em. Dr. Jakob Kranz**

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Angewandte Physik  
† 1. Juli 2009

**Dr. Hans Marwald**

Universitätsverwaltung  
Pressereferent von 1972 bis 1994  
† 23. Juli 2009

**Univ.-Prof. em. Dr. Karl Kremer**

Medizinische Fakultät  
Chirurgische Klinik und Poliklinik  
† 25. Juli 2009

**Univ.-Prof. em. Dr. Dr. h.c. Hans Schadewaldt**

Medizinische Fakultät  
Institut für Geschichte der Medizin  
† 21. August 2009





# Hochschulrat



Anne-José Paulsen  
Vorsitzende<sup>1</sup>



Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Ernst Theodor Rietschel  
Stellvertretender Vorsitzender



Avi Primor



Dr. Simone Bagel-Trah



Patrick Schwarz-Schütte



Univ.-Prof. em. Dr. Ulrich Hadding



Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò



Univ.-Prof. em. Dr. Detlev Riesner

<sup>1</sup> Quelle: <http://www.fotografie-wolf.com>, Bildrechte: Oberlandesgericht Düsseldorf



**ULRICH HADDING und ERNST THEODOR RIETSCHEL**

**18 Monate Hochschulrat  
der Heinrich-Heine-Universität:  
Sein Selbstverständnis bei konkreten,  
strategischen Entscheidungsvorgängen**

**I**

Am 6. Dezember 2007 wurde der Hochschulrat der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vom Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen, Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart, für eine Amtszeit von fünf Jahren bestellt. Diese Tätigkeit wird ehrenamtlich ausgeübt.

Zuvor hatten Rektorat und Senat aus den Möglichkeiten, die das Gesetz (§ 21 Hochschulfreiheitsgesetz – HFG) anbietet, eine bestimmte Auswahl getroffen. Der Hochschulrat darf aus sechs, acht oder zehn Mitgliedern bestehen, wovon mindestens die Hälfte Universitätsexterne sein müssen. Die Gremien der Heinrich-Heine-Universität entschieden sich für acht Mitglieder, davon fünf externe und drei interne Persönlichkeiten. Durch diese Zusammensetzung ist der dem „Konstrukt Hochschulrat“ gegenüber öfter geäußerte Vorwurf mangelnder inneruniversitärer demokratischer Legitimation weitgehend entkräftet.

Der Hochschulrat wählte die Präsidentin des Oberlandesgerichtes Düsseldorf, Frau Anne-José Paulsen, zur Vorsitzenden und den Präsidenten der Leibniz-Gemeinschaft, Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Ernst Theodor Rietschel, zum stellvertretenden Vorsitzenden. Im *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008* hat die Vorsitzende sowohl die Mitglieder des Hochschulrates vorgestellt als auch die gesetzlichen Grundlagen und Ordnungen, die die Aufgaben und Rechte des Hochschulrates definieren, erläutert.<sup>1</sup>

Das HFG des Landes Nordrhein-Westfalen korreliert mit der Einführung der Hochschulräte den Verzicht auf staatliche Detailsteuerung. Hierdurch wird eine „Entfesselung“ der Hochschulen beabsichtigt, die in nie da gewesener Autonomie sich selbst gestalten, profilieren und entwickeln sollen. (Die weiterhin geltende Abhängigkeit der Hochschule von der staatlichen Finanzierung sowie die Nichtübertragung des Eigentums an Grund, Boden und Gebäuden bleiben hier unberücksichtigt.)

Zur kraftvollen Wahrnehmung dieser Autonomie will der Hochschulrat ermutigen, die Entwicklung der Hochschule begleiten und so auch eine Kontrolle ausüben.

Aus dem HFG ergibt sich als Konsequenz die klare Trennung der strategischen, operativen und akademischen Verantwortlichkeiten und die Verteilung derselben auf verschiedene Organe. Dem *Rektorat*, also Rektor, Prorektoren und Kanzler, obliegt die *operative*

---

<sup>1</sup> Vgl. Paulsen (2008).

*Leitung* der Hochschule. Es ist auch Entscheidungsträger für nicht aus dem Hochschulgesetz ableitbare Fragen. Der *Rektor* hat die Vertretungsbefugnis nach außen und die Ordnungsbefugnis nach innen. Er stellt Lehr- und Prüfungsverpflichtungen sicher: Er bündelt das Ordnungsinstrumentarium für den hochschulischen Binnenraum. Ein wichtiger Autonomiebestandteil ist die Berufungsbefugnis des Rektors.

Der *Senat* hat im Wesentlichen bestätigende Funktionen, beispielsweise zu der Zusammensetzung des Hochschulrates, den vorgeschlagenen Prorektoren und gegebenenfalls deren Abwahl. Er nimmt Stellung zum Hochschulentwicklungsplan, zu Zielvereinbarungen und zum Wirtschaftsplan. Darüber hinaus erlässt der Senat die Grundordnung. Der Hochschulrat sieht im Senat eine Brücke, über die Informationen aus der gesamten Universität ins Rektorat fließen sollten und über die umgekehrt operative Pläne frühzeitig in die Universität zur Kenntnis und Resorption gelangen können.

Die *Fakultäten* beziehungsweise *Fachbereichskonferenzen* beraten und regeln die spezifischen Angelegenheiten von Forschung, Lehre und Studium.

Der *Hochschulrat* schließlich trägt *strategische Verantwortung*. Dies spiegelt sich in der Wahl des Rektors und der Bestellung der Prorektoren wider. Die wichtigste Entscheidungsbefugnis des Hochschulrates liegt in der Zustimmung zum Hochschulentwicklungsplan, zu Zielvereinbarungen und zum Wirtschaftsplan. Zusammengefasst: Der Hochschulrat soll die strategische Ausrichtung der Hochschulen mitbestimmen und die Hochschulleitung kontrollieren.

## II

Wie hat der Hochschulrat in den zurückliegenden Monaten seine Aufgaben in Angriff genommen? Im Vordergrund stand zunächst die Wahl des Rektors. In einem aufwändigen Findungsprozess, der im vorangegangenen *Jahrbuch* bereits geschildert worden ist,<sup>2</sup> wurden zunächst Kandidaten gesucht. Aus diesem Kreis wählte der Hochschulrat am 15. August 2008 Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr. Hans Michael Piper zum künftigen Rektor der Heinrich-Heine-Universität. Diese Wahl wurde vom Senat in seiner Sitzung am 2. September 2008 ausdrücklich bestätigt.

Da Professor Piper zuvor an der Justus-Liebig-Universität Gießen tätig war, ergab sich somit erstmals in der Geschichte der Heinrich-Heine-Universität, dass die essenzielle Position des Rektors mit einer externen Persönlichkeit besetzt wurde. Der Hochschulrat war sich bei seiner Wahl sehr bewusst, dass dieses Faktum einerseits ein mit Risiken behaftetes Wagnis bedeutete, andererseits aber auch einen Neuanfang mit großen Chancen ermöglichte.

Am 17. Dezember 2008 erläuterte Rektor Piper dem Hochschulrat seine Vorstellungen zu den Ressorts der nicht hauptberuflichen Prorektoren. Nach eingehender Diskussion wurde die Zahl der Prorektoren auf drei festgelegt, mit den Aufgabenbereichen „Forschung und Innovation“, „Lehre und Studienqualität“ sowie „Strukturentwicklung“. Am 21. Januar 2009 stellten sich die vom Rektor für diese Aufgabenbereiche ausgewählten Kandidaten dem Hochschulrat und der Findungskommission vor. Es sind dies für den Bereich „Forschung und Innovation“ Herr Univ.-Prof. Dr. Lutz Schmitt (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät), für den Bereich „Lehre und Studienqualität“ Herr Univ.-

<sup>2</sup> Vgl. Paulsen (2008: 27f.).

Prof. Dr. Ulrich von Alemann (Philosophische Fakultät) und für den Bereich „Strukturentwicklung“ Herr Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer (Medizinische Fakultät). Der Hochschulrat stimmte der Auswahl der vorgeschlagenen Kandidaten zu und regte gleichzeitig an, dass jedem Prorektor ein persönlicher Referent seiner Wahl zur Seite stehen soll. Das neue Rektorat nahm Anfang 2009 seine Arbeit auf.

Die strategisch erfolgte Wahl von Univ.-Prof. Dr. Joachim Windolf zum Dekan der Medizinischen Fakultät ermöglichte auch hier einen Neubeginn. Eine zweitägige Klausurtagung der Professoren der Medizinischen Fakultät, begleitet durch den Medizinausschuss, im Januar 2009 auf Schloss Mickeln signalisierte die neue inhaltlich-organisatorische Orientierung und anspruchsvolle Zielsetzung der Fakultät.

### III

Der Hochschulrat hat sich mehrfach „tagesordnungsfrei“ getroffen, um über sein Selbstverständnis und die eigene Arbeitsweise zu reflektieren. Es besteht Einigkeit darüber, dass sich der Hochschulrat auf der strategischen Ebene bewegen soll unter Vermeidung einer Einmischung in das operative Geschäft des Rektorats, aber verbunden mit einem durch engen Kontakt zur Universität gekennzeichneten Engagement.

Um die Vielzahl der Aufgaben bewältigen zu können und Sachverstand zu bündeln, hat der Hochschulrat vier Ausschüsse gebildet und teilweise mit Entscheidungsbefugnis ausgestattet. Hierbei handelt es sich um:

1. *Ausschuss für Personalangelegenheiten*  
Frau OLG-Präsidentin Paulsen (Vorsitz)  
Frau Univ.-Prof. Dr. Borsò  
Herr Univ.-Prof. em. Dr. Hadding
2. *Ausschuss für Internationales*  
Frau Univ.-Prof. Dr. Borsò (Vorsitz)  
Herr Primor, Botschafter a.D.  
Herr Univ.-Prof. em. Dr. Riesner
3. *Ausschuss für Finanzangelegenheiten*  
Herr Schwarz-Schütte (Vorsitz)  
Frau Univ.-Prof. Dr. Borsò  
Herr Univ.-Prof. em. Dr. Riesner
4. *Ausschuss für Hochschulmedizin*  
Herr Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Rietschel (Vorsitz)  
Frau Dr. Bagel-Trah  
Herr Univ.-Prof. em. Dr. Hadding

Diese Ausschüsse haben sich sehr bewährt. Sie tagen im selbst bestimmten Rhythmus (etwa viermal im Jahr) und bewältigen dabei ein Arbeitspensum, das im Plenum des Hochschulrates nicht zu erledigen wäre. Die wesentlichen Ergebnisse der Ausschussarbeit werden dem Plenum des Hochschulrates berichtet und zur Diskussion gestellt.

Es mag überraschen, dass für eine einzelne Fakultät, die Medizin, ein separater Ausschuss eingerichtet wurde. Dies erklärt sich aus der historischen Entwicklung der Universität und der daraus resultierenden Bedeutung der Medizin. Der bei *düsseldorf university*

*press* erschienene Jubiläumsband *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf. 1907–2007* belegt,<sup>3</sup> dass die Wurzeln der Heinrich-Heine-Universität in der Medizin liegen. Die Universität selbst wurde dagegen erst vor gut 40 Jahren „schleichend“ gegründet und entwickelte sich seitdem weiter bis hin zu einer Hochschule mit fünf Fakultäten. Die quantitative Dominanz der Medizin an der Heinrich-Heine-Universität lässt sich beispielhaft an wenigen Parametern des Jahres 2007 ablesen. So betrug der Landeszuschuss für die Medizin 103 Millionen €, für die Universität (ohne Medizin) 124 Millionen €. Die Drittmittelausgaben der Medizin beliefen sich auf 25 Millionen €, die der Universität auf 20 Millionen €, und die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter war in der Medizin mit 952 mehr als doppelt so groß wie diejenige (459) der Universität.

Durch die rechtliche Verselbständigung der Universitätsklinik sind die Medizinischen Fakultäten in ein Spannungsfeld geraten. Sie können einerseits ohne das Klinikum nicht existieren, sind aber andererseits ein organisatorisch selbständiger Bestandteil der Universität. Um dieses Spannungsfeld aufzulösen, sind im Kooperationsmodell Universitätsmedizin und Klinikum als selbständige Vertragspartner gehalten, auf das Engste miteinander zusammenzuarbeiten. Dem gegenüber steht das Integrationsmodell, in dem Medizinische Fakultät und Klinikum praktisch eine Einheit bilden. In Nordrhein-Westfalen ist das Kooperationsmodell gesetzlich vorgeschrieben. In den Treffen des Medizinausschusses mit dem neuen Medizinischen Dekanat um Univ.-Prof. Dr. Joachim Windolf beziehungsweise der Fakultät war klar zu erkennen, dass die Fakultät einem universitären Selbstverständnis verpflichtet ist bei gelebter kollegialer Kooperation mit dem Universitätsklinikum.

Trotz der in den letzten Jahren zahlreichen in diesem Zusammenhang erlassenen Gesetze sind wesentliche Fragen, die sich aus diesen Konstrukten ergeben, nicht geregelt worden. Ein wichtiger Punkt ist hierbei das ungeklärte Verhältnis des Hochschulrates zum Aufsichtsrat des Klinikums.

Das besondere Interesse des Hochschulrates gilt auch der Zusammenarbeit der nichtuniversitären An-Institute mit der Heinrich-Heine-Universität, so die Kooperation mit dem der Leibniz-Gemeinschaft assoziierten Institut für Umweltmedizinische Forschung (IUF) und dem zur Leibniz-Gemeinschaft gehörenden Deutschen Diabetes-Zentrum, Leibniz-Zentrum für Diabetesforschung (DDZ). Diese Einrichtungen sind mit der Heinrich-Heine-Universität in Forschung, Lehre und Krankenversorgung in besonderer Weise verbunden. So ist das IUF mit insgesamt 18 Teilprojekten in die Sonderforschungsbereiche (SFB) 728, 575 und 612 sowie die Graduiertenkollegs (GRK) 1033 und 1427 eingebunden. Für den SFB 728 und das GRK 1427 übernimmt das IUF sogar die Sprecherfunktion. Dies ist möglich, weil der Leiter des IUF, Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann – ebenso wie der Direktor des DDZ, Univ.-Prof. Dr. Michael Roden – eine ordentliche Universitätsprofessur an der Universität Düsseldorf bekleidet.

Der Hochschulrat wird sich noch im Jahr 2009 intensiv der Kooperation der Heinrich-Heine-Universität mit dem Forschungszentrum Jülich der Helmholtz-Gemeinschaft widmen. Diese Verbindung besteht seit Jahren, sie soll nunmehr weiter ausgebaut und intensiviert werden.

---

<sup>3</sup> Vgl. Hadding und Vögele (2007).

## IV

Der amtierende Hochschulrat der Heinrich-Heine-Universität zeichnet sich aus durch Unabhängigkeit, innere Stabilität und das Engagement seiner Mitglieder. Je nach individueller Kompetenz werden in den Ausschüssen korrespondierende Problembereiche bearbeitet. Es überrascht nicht, dass bei so unterschiedlichen Hintergründen in Beruf und Leben eine vielschichtige Sicht der jeweiligen Lage mit entsprechendem Diskussionsbedarf besteht. Die Art und Weise jedoch, wie im Hochschulrat ebenso Gemeinsamkeit praktiziert wie Geschlossenheit demonstriert und durch unsere Vorsitzende fokussiert werden, ist ebenso bemerkenswert wie stimulierend. Diese Arbeitsweise machte den Hochschulrat zu einem ruhenden Pol in den unruhigen Zeiten des Übergangs zwischen zwei Rektoraten. In diesen Zusammenhang gehört auch das stilbildende Abschiedssymposium für Altkurator Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch, das vom Hochschulrat getragen und von Frau Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò gestaltet worden war. Das Symposium, zu dem Rektor Piper eingeladen hatte, fand am 11. Mai 2009 statt und stand unter dem Titel „Vom Nutzen der Wissenschaften für das Leben: Lebens-Wissenschaften“.

## V

In der näheren Zukunft sind für den Hochschulrat unter anderem folgende Aufgaben zu bewältigen:

- Unterstützung bei der Definition eines überzeugenden Universitätsprofils
- Diskussion der Entwicklungspläne der Fakultäten
- Verabschiedung der Ziel- und Leistungsvereinbarungen HHU-NRW 2011–2014
- Umsetzung der Chancengleichheitsempfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Selbstverpflichtung)
- Intensivierung der Kooperation mit den Leibniz-Instituten (DDZ und IUF), dem Helmholtz-Forschungszentrum Jülich und dem Max-Planck-Institut (Chemie)
- Beratung zur Entscheidung über die Verwendung von Studienbeiträgen
- Mitwirkung bei der Vorbereitung einer erfolgreichen Teilnahme am Exzellenzwettbewerb

Die Grundlast bei Entwicklungsplänen und Zielvereinbarungen wird natürlich von den Fakultäten und dem Rektorat unter entsprechender Beteiligung des Senats zu tragen sein. Der Hochschulrat wird jedoch in frühen Stadien der Profilentwicklung der Heinrich-Heine-Universität und der Positionierung in der Forschungslandschaft intensiv beratend mitwirken. Hierzu gehört auch das Achten auf Kongruenz von Entwicklungsplanung und Finanzentwicklung, da Letztere in den kommenden Jahren vermutlich eine mit einem erheblichen Unsicherheitsfaktor versehene Größe darstellen wird.

Das Selbstverständnis des Hochschulrates der Heinrich-Heine-Universität lässt sich zusammenfassend mit folgenden Kurzformeln umreißen: Seine Position versteht er als *eingebundene Souveränität*, sein Credo ist, dass *fordernde Beratung die beste Kontrolle darstellt* und seine angestrebte essenzielle Funktion sieht er darin, *das strategische Gewissen der Universität* zu sein.

## Literatur

- HALLING, Thorsten und Jörg VÖGELE (Hrsg., 2007). *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf. 1907–2007*. Düsseldorf.
- PAULSEN, Anne-José (2008). „Der Hochschulrat der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 23–28.



# Rektorat



Univ.-Prof. Dr. Dr. Hans Michael Piper  
Rektor



Prof. Ulf Pallme König  
Kanzler



Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann  
Prorektor für Lehre  
und Studienqualität  
(seit 30. Januar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer  
Prorektor für Strukturentwicklung  
(seit 30. Januar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Lutz Schmitt  
Prorektor für Forschung  
und Innovation  
(seit 30. Januar 2009)

# Rektorat



Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch  
Rektor  
(bis 31. Oktober 2008)



Univ.-Prof. Dr. Dr. Hans Michael Piper  
Rektor  
(seit 31. Oktober 2008)



Prof. Ulf Pallme König  
Kanzler



Univ.-Prof. Dr. Fritz Boege  
Prorektor für Forschung,  
Forschungstransfer und  
wissenschaftlichen Nachwuchs  
(bis 29. Januar 2009)



Dr. Hildegard Hammer  
Prorektorin für Lehre,  
Studium und  
Studienreform  
(bis 29. Januar 2009)

# **H. MICHAEL PIPER**

## **Ein Jahr des Aufbruchs**

Das Jahr 2009 war für die Heinrich-Heine-Universität ein Jahr des Aufbruchs – hin zu neuen Zielen und Herausforderungen. Im Februar konstituierte sich das neue Rektorat mit den Prorektoren Univ.-Prof. Dr. phil. Ulrich von Alemann, der den Bereich „Lehre und Studienqualität“ vertritt, Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Lutz Schmitt für „Forschung und Innovation“ und Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Pfeffer für die „Strukturentwicklung“. Zusammen mit dem Kanzler Prof. Ulf Pallme König und dem Rektor bilden die Prorektoren das fünfköpfige Leitungsteam der Universität.

Die Heinrich-Heine-Universität ist in einer hochdynamischen Phase ihrer Entwicklung, die das Rektorat mit dem Motto „Campus im Aufbruch“ überschreibt. Dieser Veränderungsprozess lässt sich aus vier zentralen Perspektiven wie folgt skizzieren.

### **Aufbruch in der Lehre**

Nach der Umsetzung der Bologna-Reform mit Bachelor- und Masterstudiengängen wird Bilanz gezogen: Es gibt Soll und Haben. Die Studierenden haben in bundesweiten Aktionen des so genannten Bildungsstreiks gegen Jahresende deutlich gemacht, dass aus ihrer Sicht die Umsetzung noch Einiges zu wünschen übrig lässt. Die Bologna-Studiengänge haben an der Heinrich-Heine-Universität zwar den Studienerfolg, gemessen an einem markanten Absenken der Abbrecher- und dem Anstieg der Absolventenquote, deutlich verbessert. Einige Studiengänge rangieren in seriösen Rankings regelmäßig in der bundesweiten Spitze, andere sind in Wettbewerben ausgezeichnet und prämiert worden. Aber es gibt auch Schattenseiten, etwa Überregulierungen, die als „Gängelung“ im Studium empfunden werden. Ein Teil der Kritik richtet sich konkret dagegen, dass das Versprechen der Bologna-Reform auf größere Mobilität während des Studiums nur teilweise eingelöst worden sei. Die Erfahrungen mit einem Studienplatzwechsel zwischen Bachelor- und Masterstudium sind dagegen bisher noch sehr begrenzt. Diese und andere Fragen zu den Bologna-Studiengängen erfordern die Weiterentwicklung und auch -verbesserung der Studienangebote der Heinrich-Heine-Universität. Die Heinrich-Heine-Universität hat die Prüfung ihrer Studiengänge deshalb systematisch in Angriff genommen. Die zweifellos sinnvolle kritische Bestandsaufnahme wird aber auch mit einiger Überzeugungsarbeit bei den Studierenden wie auch bei den Dozentinnen und Dozenten verbunden sein müssen, um die Vorzüge einer strukturierten und berufsorientierten akademischen Ausbildung künftig verstärkt bewusst zu machen.

Das zweite große Diskussionsthema der Studierenden ist nach wie vor die Berechtigung und die Verwendung von Studienbeiträgen bei der Finanzierung ihrer Hochschule. Aufgrund der allgemeinen Unterfinanzierung von Hochschulen ist die Erhebung von Studienbeiträgen in der gesetzlich vorgegebenen Form auch für die Heinrich-Heine-Universität unverzichtbar, wenn, wie im Zuge der Einführung von Studienbeiträgen landesweit bezweckt, die Qualität der Lehre ständig verbessert werden soll. Die hochschulinterne

Verwendung wird von spezifischen Kommissionen festgelegt, in denen die Studierenden maßgeblich mitarbeiten. Mit Studienbeiträgen konnten viele wesentliche Verbesserungen der Studiensituation geschaffen werden. Beispielhaft genannt seien lange Bibliotheksöffnungszeiten, der „Offene-Tür-Service“ der Studierendenberatung, die zeitgemäße Erneuerung naturwissenschaftlicher Praktika, eine attraktive Medienausstattung für die neue Lernbibliothek der Mediziner in einem im Bau befindlichen Multifunktionsgebäude namens OASE („Ort des Austauschs, des Studiums und der Entwicklung“) sowie ein bewilligtes Medienlabor der Philosophischen Fakultät. In Zukunft wird der Schwerpunkt der Verwendung vor allem bei der Verbesserung der Betreuungsrelation insbesondere in den stark nachgefragten Studiengängen liegen. In dieser Hinsicht sind in kurzer Zeit bereits wirkungsvolle Maßnahmen getroffen worden.

### **Aufbruch in der Forschung**

Die Heinrich-Heine-Universität spielt besonders in den Bereichen der Biomedizin und in den Naturwissenschaften bereits heute in der Topliga der deutschen Universitäten. Dies ist nicht zuletzt an der großen Zahl von Schwerpunktforschungsförderungen wie Sonderforschungsbereichen, Graduiertenkollegs und Forschergruppen zu erkennen. In diesen Wissenschaftsfeldern hat die Heinrich-Heine-Universität auch wichtige außeruniversitäre Partner, mit denen sie durch eine planvolle gemeinsame Berufungspolitik verbunden ist: In Düsseldorf sind dies das Deutsche Diabetes-Zentrum und das Institut für umweltmedizinische Forschung, die beide Aufnahme in die Leibniz-Gemeinschaft gefunden haben; in Jülich ist das Forschungszentrum Jülich als Helmholtz-Institution ein sehr gewichtiger Partner. Mit diesen Institutionen zusammen wird die Heinrich-Heine-Universität ihre wissenschaftliche Schlagkraft weiter erhöhen und sich neuen Herausforderungen im fortgesetzten Wettbewerb stellen. Im Jahr 2010 steht insbesondere die Beteiligung am Wettbewerb der „Exzellenzinitiative“ an. Die Universität fokussiert sich aber nicht ausschließlich auf Großvorhaben in der Wissenschaftsförderung. Es ist beispielsweise auch ein erklärtes Ziel, die strukturierte Doktorandenausbildung, in der der wissenschaftliche Nachwuchs von morgen herangezogen wird, über alle Fakultäten hinweg auszubauen und finanziell zu fördern. Ein neues Instrument der hochschulinternen Nachwuchs- und wissenschaftlichen Teamförderung stellt der „strategische Forschungsförderungsfonds“ dar. Hierzu werden in einem kompetitiven Verfahren, das einzig und allein auf wissenschaftlichen Kriterien beruht, finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt, die darauf abzielen, die Verbundforschung an der Heinrich-Heine-Universität zu stärken und zu entwickeln. Parallel soll dem wissenschaftlichen Nachwuchs eine Plattform geboten werden, Wissenschaft auf höchstem Niveau betreiben zu können.

### **Aufbruch in der Strukturentwicklung**

Die Universität ist auf Prioritätsentscheidungen in ihrer Strukturplanung angewiesen. Ein hervorragendes Beispiel für eine prägende Richtungsentscheidung ist die Einrichtung eines neuen Instituts für Wettbewerbsökonomie (Düsseldorf Institute for Competition Economics – DICE) und damit verbundener neuer Bachelor- und Masterstudiengänge für Volkswirtschaftslehre in der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-

Universität. Diese richtungsweisende Neuerung wurde angestoßen durch die überaus großzügige Spende der Familie Schwarz-Schütte, die der Universität nicht nur die Finanzierung zusätzlicher Lehrstühle, sondern auch den Bau eines neuen Lehr- und Forschungsgebäudes (Oeconomicum) ermöglicht hat. Dies beflügelt die berechtigten Hoffnungen, dass sich die hiesigen Wirtschaftswissenschaften innerhalb der Wirtschaftsmetropole Düsseldorf und weit darüber hinaus noch stärker profilieren werden.

Richtungsweisende Strukturentscheidungen sind aber für die Entwicklung der Universität auch ohne äußere Unterstützung wünschenswert und notwendig: Die Universität benötigt mindestens eine Zehnjahresperspektive in ihrer Planung, um im Wettbewerb auf dem Bildungs- und Forschungsmarkt auf der Höhe der Zeit zu bleiben und sich nach Möglichkeit strategisch noch besser als heute zu positionieren. Sie arbeitet daher mit Hochdruck an einem umfassenden „Hochschulentwicklungsplan“.

### **Aufbruch in der baulichen Neugestaltung des Campus**

Die Heinrich-Heine-Universität wurde ab den 1960er Jahren am Rande der Landeshauptstadt Düsseldorf als ein damals in dieser Form neuartiger geschlossener Campus gebaut. Viel von dem Charme des einst sehr weitsichtigen Entwurfs ist auch heute noch gut sichtbar. Die Anlage hat das sehr besondere Flair eines „Wissenschaftsparks“. Die technischen und auch organisatorischen Anforderungen an Hochschulbauten haben sich aber in den letzten 50 Jahren stark geändert. Die bauliche Überprüfung durch die Universität, den Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes und die zuständigen Ministerien hat ergeben, dass in den nächsten zwei Jahrzehnten der gesamte Campus renoviert oder neu geschaffen werden muss. Dies stellt eine riesige Herausforderung für die Organisation von Lehr- und Forschungsbetrieb dar. Der erste Schritt wird die Errichtung eines Ersatzneubaus für die Bereiche Biologie und Biochemie sein, den das Land aus Mitteln des Hochschulmodernisierungsprogramms mit über 100 Millionen € finanziert. Die Gesamtinstandsetzung und -erneuerung des Campus wird voraussichtlich mehr als das Zehnfache kosten. Die Planungen für diese unabwendbaren baulichen Verbesserungen binden große Kräfte und auch Mittel der Universität. Es gilt, Umbau und Attraktivität des akademischen Standorts in den nächsten Jahren so gut als möglich in Einklang zu bringen.

Die Heinrich-Heine-Universität teilt mit dem Universitätsklinikum ein Flächenareal und bildet – das ist einmalig in Deutschland – mit ihrer Medizin eine geschlossene Campusanlage. Diese räumliche Verbindung ist ein wertvolles Pfund der Universität. Es erleichtert die Kooperation in ihren biomedizinischen Forschungen deutlich. Der Universität geht durch ihre städtebauliche Randlage aber auch etwas ab: die prägende Präsenz in der „Wissenschaftsstadt Düsseldorf“. Hierfür wird ein fester Anker im Stadtzentrum benötigt. Gemeinsam mit vielen Unterstützern und der Stadt wird unter dem Motto „Haus der Universität in der Stadt“ aktuell ein tragfähiges Konzept erarbeitet.

### **Fazit**

Aufbruch und Umbruch im Universitätsleben sind nicht nur ein Tausch von Alt gegen Neu, sondern im Kern die Fortführung einer besonderen Dynamik der Heinrich-Heine-Universität: von ihren Anfängen in der Medizinischen Akademie Düsseldorf über den Bau des

Universitätscampus und die ständige Erweiterung der Fakultätsstrukturen bis zum heutigen Tag. Die Heinrich-Heine-Universität hat von dieser Dynamik immer profitiert und dabei insgesamt eine glückliche Hand gehabt. Sie ist zu einer stabilen akademischen Institution geworden, deren Stabilität wie bei allen guten Universitäten in der ihr innewohnenden Kraft liegt, sich immer wieder auf die neuen Herausforderungen der Zeit einzustellen, sich neu zu erfinden und neu zu definieren.

# **Medizinische Fakultät**





# Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Dr. Joachim Windolf  
Dekan



Univ.-Prof. Dr. Ertan Mayatepek  
Prodekan



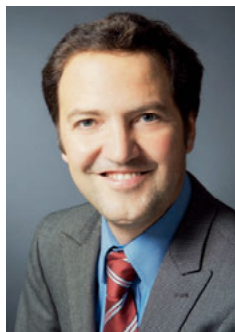
Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer  
Prodekan  
(bis 21. Januar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Hartmut Hengel  
Prodekan  
(seit 22. Januar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme  
Studiendekanin



Univ.-Prof. Dr. Ulrich Decking  
Stellvertretender Studiendekan  
Vorklinik



Univ.-Prof. Dr. Alfons Hugger  
Stellvertretender Studiendekan  
Zahnklinik



Univ.-Prof. Dr. Matthias Schneider  
Stellvertretender Studiendekan  
Klinik

## Neu berufene Professorinnen und Professoren

### Univ.-Prof. Dr. Dr. Thomas Beikler

Thomas Beikler wurde 1968 in Ingolstadt geboren. Er ist verheiratet und Vater von drei Töchtern. Nach Abitur (1987) und Wehrdienst (1987 bis 1988) studierte er Medizin und Zahnmedizin in München und Würzburg (1988 bis 1999). Die medizinische Promotion erfolgte mit einer experimentellen Arbeit über den Einfluss von IL-3 und IL-6 auf die Cortisolsekretion adrenokorticaler Zellen im Jahr 1996, die zahnmedizinische Promotion erfolgte im Jahr 2002 ebenfalls mit einer experimentellen Arbeit zur Antikörperreaktivität gegen *Porphyromonas gingivalis* und *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. Von 1999 bis 2005 war Thomas Beikler an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster tätig. In dieser Zeit leistete er seinen AIP ab und absolvierte nach dem obligatorischen allgemeinärztlichen Jahr eine dreijährige Ausbildung zum Fachzahnarzt für Parodontologie (ZÄK-WL). Darüber hinaus leitete er die experimentelle Parodontologie der Poliklinik für Parodontologie. Seine Forschungsschwerpunkte umfassten in dieser Zeit vor allem die mikrobiologischen Aspekte der Parodontitis. In diesem Zusammenhang konzentrierte er sich auf die Dynamik der intraoralen Kolonisation mit parodontopathogenen Erregern sowie die Detektion derselben in diversen „nicht-klassischen“ intraoralen Habitaten und entwickelte eine Strategie zur Selektion spezifischer Antibiotika im Rahmen der nicht-chirurgischen Initialtherapie. Ferner untersuchte er Virulenzfaktoren parodontopathogener Erreger (vor allem *Porphyromonas gingivalis* und *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*) und deren Einfluss auf die Progression parodontaler Erkrankungen. Die Ergebnisse seiner Studien zogen therapierelevante Konsequenzen nach sich und resultierten in wissenschaftlich-klinischen Stellungnahmen der deutschen Gesellschaft für Parodontologie. 2004 habilitierte er sich an der Westfälischen Wilhelms-Universität mit dem Thema „Biofilminfektion und adhäsionsregulierende Gene von *Porphyromonas gingivalis*“ und arbeitete als Oberarzt an der Poliklinik für Parodontologie derselben Universität. Ab 2004 erweiterte er seine Forschungsinteressen auf den Bereich der Entzündungsregulation. In diesem Zusammenhang deuten seine Microarray-basierten Genexpressionsanalysen die Beteiligung bisher wenig untersuchter Gene beziehungsweise Pathways an der parodontalen Entzündungsregulation an. 2006 erhielt er einen Ruf auf eine W3-Professur für Parodontologie an die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Parallel dazu erhielt er einen Ruf an die University of Washington, Seattle, USA. Er war dort von 2006 bis zur Rufannahme in Düsseldorf als Associate Professor with Tenure (Lebensstellung) am Department of Periodontics beschäftigt. Thomas Beikler wird neben seiner Tätigkeit in Düsseldorf als Affiliate Professor weiterhin enge Beziehungen zur University of Washington aufrechterhalten. Er hat im Laufe seiner beruflichen Tätigkeit diverse Auszeichnungen für Forschung und Lehre erhalten.



## Univ.-Prof. Dr. Norbert Goebels

Zum 1. Oktober 2009 wurde Norbert Goebels als W2-Professor für Neurologie an die Neurologische Klinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf berufen. Norbert Goebels wurde 1961 in Leverkusen geboren und studierte nach dem Abitur Humanmedizin an den Universitäten Saarbrücken, Göttingen und Heidelberg. 1985 begann er mit dem experimentellen Teil seiner Dissertation zum Thema autokriner Wachstumsfaktoren bei T-Zell-Leukämien in der Klinischen Max-Planck-Arbeitsgruppe „Wirt-Tumor-Interaktion“ in Göttingen.

Nach Staatsexamen und Promotion forschte er mit einem Postdoktorandenstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft von 1990 bis 1992 an der Abteilung für Neuroimmunologie des Max-Planck-Instituts für Neurobiologie in Martinsried bei München. Neben weiterer wissenschaftlicher Tätigkeit am Institut für Klinische Neuroimmunologie der Ludwig-Maximilians-Universität München absolvierte Norbert Goebels seine fachärztliche Ausbildung in den Abteilungen für Neurologie, Neuroimmunologie und Psychiatrie des Universitätsklinikums sowie am Friedrich-Baur-Institut der Ludwig-Maximilians-Universität. 1997 erhielt er den Neuromuskulären Forschungspreis der Deutschen Gesellschaft für Muskelkranke (DGM). 2001 erlangte Norbert Goebels seine Facharztanerkennung für Neurologie, habilitierte sich zum Thema *Aktivierungs- und Effektormechanismen autoreaktiver T-Lymphozyten bei Multipler Sklerose und Polymyositis* und erhielt die *Venia legendi* für das Fach Neurologie. Von 2002 bis 2003 praktizierte er als Oberarzt am Institut für Klinische Neuroimmunologie des Universitätsklinikums München-Großhadern. Von 2003 bis 2008 war er Assistenzprofessor und Leiter der Abteilung für klinische Neuroimmunologie an der Neurologischen Klinik des Universitätsspitals Zürich, 2009 Leitender Arzt an den Neurologischen Kliniken der Universitätsspitale Basel und Zürich. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt liegt in der Erforschung von immunologischen Mechanismen bei neurologischen Erkrankungen.

Norbert Goebels ist Mitglied im ärztlichen Beirat der Deutschen sowie der Schweizerischen Multiple Sklerose Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Muskelkranke. Er ist verheiratet und hat einen Sohn.



## Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke

Axel Gödecke studierte von 1979 bis 1985 Biologie mit dem Hauptfach „Mikrobiologie“ an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Von 1986 bis 1989 fertigte er seine Doktorarbeit bei Univ.-Prof. Dr. Cornelis P. Hollenberg zum Thema *Charakterisierung des LAC4-Promotors der Hefe Kluyveromyces lactis* an. Nach einem Forschungsaufenthalt an der Arizona State University, USA, wechselte er 1990 als Postdoktorand an das Max-Planck-Institut in Köln und veränderte sich thematisch von der Genregulation in Hefe zur Signaltransduktion in Säugern. In der Arbeitsgruppe von Dr. Carmen Birchmeier forschte er an der Rezeptortyrosin-Kinase *ros* und arbeitete sich dort in das Feld transgener Maustechnologie ein.



Mit diesen Erfahrungen wechselte Axel Gödecke 1993 an das Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie der Heinrich-Heine-Universität (Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader). Dort etablierte er den Forschungsbereich „Transgene Tiermodelle“. Anhand verschiedener transgener Mäuse untersuchte er vor allem die kardiovaskulären Funktionen von Stickstoffmonoxid und des roten Muskelfarbstoffs Myoglobin. Mit diesen Arbeiten habilitierte er sich im Jahr 2002 an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und erhielt die *Venia legendi* für das Fach Physiologie. Für seine Habilitationsschrift erhielt er den Edens-Preis 2003 der Eberhard-Igler-Stiftung.

Nach Berufungen auf C3-Professuren für Physiologie beziehungsweise experimentelle Kardiologie an die Universität Regensburg beziehungsweise Medizinische Hochschule Hannover nahm er 2003 den Ruf auf eine C3-Professur für Physiologie an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf an. In dieser Zeit erfolgte eine Erweiterung seiner Forschungstätigkeit um Fragen zur Bedeutung von Proteininteraktionen bei der Regulation kardiovaskulärer Funktionen insbesondere bei der Entwicklung adaptiver und maladaptiver Hypertrophie des Herzes, die er seither mit modernen Methoden der Proteinanalytik untersucht. In diesem Zusammenhang war er von 2004 bis 2009 Sprecher des Graduiertenkollegs 1089 „Proteininteraktionen und -modifikationen im Herzen“. Es ist ihm ein besonderes Anliegen, im Rahmen der Graduiertenausbildung Studierende der Medizin für die molekulare experimentelle Forschung zu begeistern.

Nach Berufungen auf Lehrstühle für Molekulare Medizin (Halle/Saale) beziehungsweise Molekulare Kardiologie (Essen) übernahm er 2008 die Leitung des Instituts für Molekulare Kardiologie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Die Finanzierung seiner Forschungsprojekte erfolgt größtenteils durch Drittmittel, die er bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Volkswagen Stiftung eingeworben hat. Axel Gödecke ist Gründungsmitglied des Sonderforschungsbereichs 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“ und seit 2009 wissenschaftlicher Sekretär dieses Verbundes. Seit mehreren Jahren ist er darüber hinaus Mitglied der Editorial Boards verschiedener internationaler wissenschaftlicher Fachzeitschriften.

## Univ.-Prof. Dr. Malte Kelm

Malte Kelm wurde 1960 in Köln geboren und studierte an der Universität zu Köln von 1978 bis 1985 Humanmedizin. Von 1986 bis 1987 war er zunächst Assistent an der Universitätsnervenklinik und am Max-Planck-Institut für Hirnforschung, dann von 1987 bis 1989 Assistent am Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie der Heinrich-Heine-Universität mit Forschungsaufenthalt am Clinical Research Centre in London. Seine Ausbildung zum Facharzt für Innere Medizin absolvierte er an der Heinrich-Heine-Universität, wo er von 1995 bis 2005 als Oberarzt der Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie tätig war. Seine Habilitation mit dem Thema *Kardiovaskuläre Wirkungen von Stickstoffmonoxid und ihre Bedeutung für die arterielle Hypertonie* erfolgte im Jahr 1996. Es folgte 1998 die Berufung auf eine C3-Professur für das Fach Innere Medizin an der Heinrich-Heine-Universität. 2005 erhielt er einen Ruf auf eine W3-Professur am Universitätsklinikum der RWTH Aachen, wo er bis März 2009 als Direktor der Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie tätig war.



Malte Kelm erhielt zahlreiche Auszeichnungen und war unter anderem von 1992 bis 1997 Gerhard-Hess Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 2002 erhielt er den Albert-Fraenkel-Preis der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie und wurde in dem selben Jahr Fellow of the European Society of Cardiology (FESC). Er ist Mitglied im Editorial Board mehrerer Fachzeitschriften und klinisch wissenschaftlicher Kommissionen von Fachgesellschaften.

Schwerpunkte seiner Forschung sind die Analyse von kardiovaskulären Funktionsstörungen bei der koronaren Herzkrankheit, der arteriellen Hypertonie und dem Diabetes mellitus. Er untersucht unter anderem die Bedeutung von Stickstoffmonoxid (NO) für die Gefäßfunktion, molekulare Analysen zur Endothelfunktion sowie die NO-induzierte Proteinmodifikation und -interaktion im Herzen und Blut.

Seine klinischen Schwerpunkte beinhalten interventionelle Kathetertechniken zur Behandlung der koronaren Herzkrankheit und Herzklappenerkrankungen, funktionelle und molekulare Bildgebung der Arteriosklerose sowie die Risikostratifizierung von kardiovaskulären Patienten.

Im Dezember 2008 erhielt Malte Kelm den Ruf auf den Lehrstuhl für Innere Medizin und ist seit April 2009 Direktor der Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Angiologie am Universitätsklinikum der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

## Univ.-Prof. Dr. Artur Lichtenberg

Am 1. August 2009 wurde Artur Lichtenberg zum Inhaber des Lehrstuhls für Kardiovaskuläre Chirurgie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und zum Direktor dieser Klinik ernannt.

Artur Lichtenberg wurde 1969 als Sohn eines Ingenieurs und einer Ärztin in Nowotroizkoje in der ehemaligen Sowjetunion geboren. Von 1986 bis 1992 studierte er Humanmedizin an der Staatlich Medizinischen Hochschule Alma Ata (GUS).

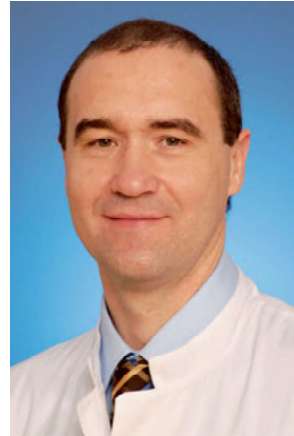
Seine Ausbildung zum Herzchirurgen begann er 1993 in der Abteilung für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie an der Universität Tübingen und setzte sie im Herzzentrum Lahr/Baden (1995–1997) und an der Medizinischen Hochschule Hannover fort, um im Jahr 2000 den Facharzt für Herzchirurgie zu absolvieren; er arbeitete dann zunächst als Funktionsoberarzt und von 2001 bis 2006 als ordentlicher Oberarzt an der Medizinischen Hochschule Hannover. Hier eignete er sich ein weitreichendes operatives Spektrum an und entwickelte auch seine operativen Spezialisierungen im Bereich der minimalinvasiven Herzchirurgie sowie der Aortenchirurgie.

Im Jahr 2006 wurde er zum stellvertretenden Ärztlichen Direktor und Leitenden Oberarzt der Klinik für Herzchirurgie an der Universität Heidelberg ernannt. Von hieran entwickelte sich ein weiterer Schwerpunkt seiner klinisch-operativen Arbeit: die Therapie der terminalen Herzinsuffizienz durch Kunstherzimplantation und Herztransplantation. 2007 erlangte Artur Lichtenberg die *Venia legendi* für das Fach Herzchirurgie an der Medizinischen Hochschule Hannover. Der Titel seiner Habilitationsschrift lautet: *Tissue-engineerte Herzklappen – Entwicklung und präklinische Testung*.

Im Februar 2009 wurde er zum W3-Professor für Herz- und Thoraxchirurgie am Universitätsklinikum Jena und zum Direktor der Klinik ernannt.

Seine wissenschaftlichen Schwerpunkte liegen auf dem Gebiet der regenerativen Zellforschung und des Tissue-Engineerings und spiegeln sich in zahlreichen Publikationen wider. Ziel seiner Forschungstätigkeit ist die Entwicklung bioartifizieller Herzklappen mit den Methoden des Tissue-Engineerings, die gegenüber den konventionellen Prothesen bessere Eigenschaften insbesondere bezüglich der Haltbarkeit, Thrombogenität und des Wachstums haben. Seine tierexperimentellen und klinischen Projekte wurden durch diverse Drittmittelgeber gefördert.

Seit 2008 ist Artur Lichtenberg Vorsitzender der Arbeitsgruppe „Tissue-Engineering der Herzklappen“ der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie.



**Univ.-Prof. Dr. Hans Reinke**

Hans Reinke wurde 1973 in München geboren. Er studierte von 1993 bis 1998 Biologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München und erwarb sein Diplom mit einer Abschlussarbeit über die Regulation der Penizillin-Biosynthese in filamentösen Pilzen. Anschließend wechselte er innerhalb der Ludwig-Maximilians-Universität in die Arbeitsgruppe von Wolfram Hörz am Institut für physiologische Chemie. Dort wurde er 2003 mit einer Arbeit zur Transkriptionskontrolle durch Chromatin in Bäckerhefe promoviert.

Anschließend begann Hans Reinke an der Universität Genf einen mehrjährigen Forschungsaufenthalt in der Arbeitsgruppe von Ueli Schibler. In dieser Zeit beschäftigte er sich mit Projekten aus dem Gebiet der zirkadianen Rhythmik der Säugetiere, insbesondere deren Regulation auf zellulärer und molekularer Ebene. Im Labor von Ueli Schibler entwickelte er ein Screeningverfahren, das er zur Identifizierung eines neuartigen zirkadianen Regulators einsetzte. Der auf diese Weise gefundene Transkriptionsfaktor sowie ein weiterer Regulator, an dessen Untersuchung zum Einfluss auf die zirkadiane Rhythmik Hans Reinke ebenfalls beteiligt war, gaben erste Hinweise darauf, wie das zirkadiane System höherer Organismen mit der Regulation des Metabolismus verschaltet ist. Seine Arbeit an der Universität Genf wurde ihm unter anderem durch Stipendien der European Molecular Biology Organization sowie des Human Frontier Science Program ermöglicht.

Im Jahr 2009 erhielt Hans Reinke einen Ruf auf eine W2-Professur für molekulare Altersforschung am Universitätsklinikum Düsseldorf. Diese Professur ist gleichzeitig eine Liaisonprofessur mit dem Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH. Die neu geschaffene Arbeitsgruppe wird daher auch an beiden Standorten Labore unterhalten und eng mit wissenschaftlichen Arbeitsgruppen in beiden Einrichtungen zusammenarbeiten.

Zukünftiger Schwerpunkt der Arbeitsgruppe von Hans Reinke wird die Untersuchung regulatorischer Zusammenhänge von Metabolismus und zirkadianer Rhythmik auf molekularer Ebene sein. Für die Etablierung der Arbeitsgruppe an der Heinrich-Heine-Universität erhielt Hans Reinke 2009 einen Career Development Award des Human Frontier Science Program. Seine Forschungsarbeiten werden außerdem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.





# JOACHIM WINDOLF (Dekan)

## Bericht der Medizinischen Fakultät

*Nichts ist so stark, wie eine Idee, deren Zeit gekommen ist.*

Victor Hugo

„Aufbruchstimmung“ ist der kennzeichnende Begriff für das zurückliegende Jahr, in dem die Medizinische Fakultät sich vor zukunftsweisende Aufgaben gestellt sah. Ihre Lösung wird die Entwicklung der Fakultät nachhaltig prägen. Das Dekanat begann seine Tätigkeit im Wintersemester 2008 unter Leitung des im Oktober des Jahres neu gewählten Dekans, Univ.-Prof. Dr. Joachim Windolf, Direktor der Klinik für Unfall- und Handchirurgie, mit einem *Faculty Retreat*, das die entscheidenden Weichen bereits stellen konnte.

Wie kaum jemals zuvor steht ein Generationswechsel der Leitungspositionen in den Kliniken und Instituten der Düsseldorfer Hochschulmedizin an. Bis zum Jahr 2013 sind weitere 26 W3- und 23 W2-Berufungen in der vorklinischen und klinischen Medizin durchzuführen, die in ein strategisches Gesamtkonzept der Fakultäts- und Klinikumsentwicklung einzuordnen sind. Berufungen zählen für Hochschulen zu den zentralsten Entscheidungen, die das Profil der einzelnen Einrichtung wie auch der Fakultät und des Klinikums in ihrer Gesamtheit bestimmen.

Zur Definition und Bearbeitung der Zielvorgaben für die Fakultät hat sie ein Strategieteam unter Beteiligung der Ordinarien und unter Federführung des Dekans gegründet. Auf der Grundlage des Hochschulfreiheitsgesetzes des Landes Nordrhein-Westfalen wurde bereits ein Fakultätsentwicklungsplan verabschiedet, der Teil des Hochschulentwicklungsplans der Heinrich-Heine-Universität ist.

Das Strategieteam bearbeitet auch die mit dem Land Nordrhein-Westfalen geschlossenen Zielvereinbarungen III, die es als Zielvereinbarung IV zu verhandeln und fortzuschreiben gilt. Berufungen und ebenso die Definition von Forschungs- und Förderschwerpunkten sollen das Profil der Fakultät, besonders im Hinblick auf die Teilnahme an der Förderung durch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder, schärfen. Auch dies ist eines der strategischen Vorhaben der Fakultät.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Fakultätsentwicklung ist die Modernisierung der studentischen Lehre. Unter Federführung der Studiendekanin Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme wurden ein Leitbild Lehre verabschiedet, die Curriculumsreformen für die Human- und Zahnmedizin begonnen und die Planung einer neuen Fachbereichsbibliothek, die als Lern- und Kommunikationszentrum fungieren soll, bis zur Baureife geführt.

Außerdem wurde mit der Neustrukturierung des Medizinischen Dekanats begonnen. So ist seit November 2008 ein hauptberuflicher Geschäftsführer im Medizinischen Dekanat tätig. Weitere personelle Verstärkungen sind in den Bereichen Berufungsverfahren, Finanzen und Forschungsförderung geplant. Seine Außendarstellung hat das Dekanat mit einem Relaunch seiner Homepage nutzerfreundlicher gestaltet: <http://medfak.uniklinikum-duesseldorf.de/deutsch/home/page.html>.

## Entwicklung der Forschungslandschaft an der Medizinischen Fakultät

International kompetitive Forschungsleistungen sind nur über eine wissenschaftliche Profilbildung mit Konzentration auf Forschungsschwerpunkte zu erzielen. Bereits im Jahr 1999 wurden die Forschungsschwerpunkte der Fakultät definiert. Deren Stärkung wird durch gezielte Berufungen konsequent betrieben. Dabei verkannte die Medizinische Fakultät keineswegs, dass auch einmal festgelegte Forschungsschwerpunkte (Zielvereinbarung 2001) einer ständigen Leistungskontrolle unterliegen müssen. Als Konsequenz dieser Strategie wurden im Rahmen der Analysen, Bewertungen und Empfehlungen der Expertenkommission Hochschulmedizin in Nordrhein-Westfalen und in Verbindung mit der Zielvereinbarung III zwischen der Heinrich-Heine-Universität und dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen drei Forschungsschwerpunkte etabliert: *Molekulare und Klinische Hepatologie*, *Kardiovaskuläre Forschung* und *Umweltmedizin/Alternsforschung*. Zudem wurden zwei Förderbereiche vertieft: *Molekulare und Klinische Neurowissenschaften* und *Infektionsmedizin*.

Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – Sonderforschungsgebiete, Graduiertenkollegs und Forschergruppen:

- *Molekulare und Klinische Hepatologie:*
  - Sonderforschungsbereich 575 „Experimentelle Hepatologie“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (dritte Förderungsperiode 2008 bis 2011);
  - Graduiertenkolleg integriert;
  - DFG Klinische Forschergruppe 217 „Hepatobiliärer Transport und Lebererkrankungen“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (erste Förderungsperiode seit 2009);
- *Kardiovaskuläre Forschung:*
  - Sonderforschungsbereich 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader (zweite Förderungsperiode 2005 bis 2008, Förderung für weitere vier Jahre bewilligt);
  - Graduiertenkolleg 1089 „Proteinreaktionen und -modifikationen im Herzen“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Axel Gödecke (erste Förderungsperiode 2005 bis 2009);
- *Umweltmedizin/Alternsforschung:*
  - Graduiertenkolleg 1033 „Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Altersprävention“ (zweite Förderungsperiode 2009 bis 2013 bewilligt);
  - Sonderforschungsbereich 728 „Umweltinduzierte Alterungsprozesse“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann und Univ.-Prof. Dr. Fritz Boege (erste Förderungsperiode 2007 bis 2011);
  - Graduiertenkolleg 1427 „Nahrungsinhaltsstoffe als Signalgeber nukleärer Rezeptoren im Darm“, Sprecherin: Univ.-Prof. Dr. Charlotte Esser (erste Förderungsperiode 2006 bis 2011).

Weiterhin unterstützt die Medizinische Fakultät drei Förderbereiche mit dem Ziel, diese zukünftig in Forschungsschwerpunkte zu überführen:

- *Molekulare und Klinische Neurowissenschaften:*  
DFG-Forschergruppen-Initiative (in Vorbereitung);
- *Infektionsmedizin:*  
DFG-Forschergruppe 729 „Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer (erste Förderungsperiode 2007 bis 2009, zweite Förderungsperiode bewilligt);
- *Stammzellforschung:*  
DFG-Forschergruppe 717 „Unrestricted Somatic Stem Cells from Umbilical Cord Blood“, Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Peter Wernet (erste Förderungsperiode 2007 bis 2009).

Neben der Stärkung wissenschaftlicher Schwerpunkte in Zusammenarbeit mit außeruniversitären Forschungsinstitutionen hat sich die Medizinische Fakultät in den letzten Jahren zunehmend mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät vernetzt. Dies zeigt sich unter anderem in der Etablierung eines Zentrums für Bioinformatik gemeinsam mit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, der Bildung einer gemeinsamen Berufungskommission in der theoretischen Medizin, der interfakultären Einrichtung des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums, das von beiden Fakultäten getragen wird, der umfänglichen Beteiligung von Mitgliedern der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät an den Sonderforschungsbereichen der Medizinischen Fakultät sowie der Beteiligung von Mitgliedern der Medizinischen Fakultät an Sonderforschungsbereichen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.

Ein weiterer Schritt zur Verstärkung der Schwerpunktbildung, der zugleich die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der Medizinischen Fakultät zeigt, ist die Beteiligung von Düsseldorfer Wissenschaftlern an Forschungsverbänden umliegender Universitäten. So gibt es folgende Forschungsverbände, ebenfalls gefördert von der DFG:

- RWTH Aachen: Sonderforschungsbereich 542;
- Universität Bonn: Sonderforschungsbereich 704;
- Universität Essen: Graduiertenkolleg 1045.
- Zudem wurden für ein Teilprojekt des Graduiertenkollegs 1044 (aus Essen) „Modulation von Wirtszellfunktionen bei chronischen Infektionen“ neue Teilprojektleiter aus Düsseldorf gewonnen.

Es ist erklärtes Ziel der Medizinischen Fakultät, die Schnittstellen und Interaktionen zwischen den ausgewiesenen Forschungsschwerpunkten und Förderbereichen zu stärken. Von Oktober 2008 bis Oktober 2009 erfolgten insgesamt sieben Neuberufungen, und zwar für Frauenheilkunde, Kardiologie und Angiologie, Kardiovaskuläre Chirurgie, Herz- und Kreislaufphysiologie (W3) sowie Parodontologie, Molekulare Alternsforschung und Neurologie (W2).

## **Lehre an der Medizinischen Fakultät**

Das Ziel der Fakultät ist, den Studierenden optimale Voraussetzungen für ihre persönliche und berufliche Entwicklung zu bieten, um so gut ausgebildete, persönlich gereifte und motivierte Ärztinnen und Ärzte in den Beruf zu entlassen. Diese stellen zugleich auch den ärztlichen und wissenschaftlichen Nachwuchs am Universitätsklinikum Düsseldorf dar.

## **Leitbild Lehre der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**



Die Medizinische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf ist eine Gemeinschaft der Lernenden und Lehrenden, die sich in lebendiger Interaktion und in gegenseitiger Wertschätzung weiter entwickelt. Die Lehrenden unterstützen aktiv die persönliche und fachliche Entwicklung der Studierenden, deren Eigeninitiative gefördert und gefordert wird. Die Lernenden unterstützen die Lehrenden bei der Weiterentwicklung ihrer Fachgebiete.

### **Unsere Absolventinnen und Absolventen**

- kennen die körperlichen, seelischen und sozialen Dimensionen von Gesundheit und Krankheit,
- beherrschen die grundlegenden ärztlichen Kompetenzen,
- stellen Differentialdiagnosen und entwickeln eigenständig Therapiekonzepte,
- beherrschen die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens,
- denken kritisch unter Berücksichtigung gesicherter Erkenntnisse sowie (in der Klinik) auch der Individualität der Patienten und treffen auf dieser Grundlage Entscheidungen,
- handeln unter Berücksichtigung ethischer Grundsätze,
- kommunizieren angemessen, einfühlsam und respektvoll mit Patienten und Kollegen,
- kennen ihre persönlichen Grenzen und gehen mit Fehlern offen und angemessen um,
- verfügen über Kompetenzen der Selbstorganisation und des Zeitmanagements,
- berücksichtigen gesundheitsökonomische Rahmenbedingungen,
- vermitteln ihr Wissen anderen und
- sind bereit, ein Leben lang zu lernen und sich zu entwickeln.

### **Unsere Lehrenden**

- sind Ansprechpartner/innen, Vertrauenspersonen und Vorbild für die Studierenden,
- sind didaktisch und inhaltlich kompetent und bereit, sich kontinuierlich weiter zu entwickeln,
- stehen in lebendigem Dialog mit den Studierenden und anderen Lehrenden,
- geben stimulierendes Feedback und
- erhalten für ihre Tätigkeit Anerkennung von den Studierenden und der Fakultät.

### **Unser Curriculum**

- fördert die Studierenden auf fachlicher und persönlicher Ebene,
- ist patientenorientiert, problembezogen und fächerübergreifend,
- fördert wissenschaftliches Denken und Arbeiten,
- besteht aus einem Kerncurriculum und bietet umfangreiche Wahlmöglichkeiten,
- bietet Freiräume für wissenschaftliche Qualifikation und Auslandsaufenthalte,
- inspiriert die Studierenden zum eigenverantwortlichen Lernen,
- ist familiengerecht und berücksichtigt die Gleichstellung von Frauen und Männern,
- wird durch Lehr- und Lernforschung begleitet und
- wird gemeinsam durch Lehrende und Lernende gestaltet und weiterentwickelt.

Im Juni 2009 hat der Fachbereichsrat der Medizinischen Fakultät ein Leitbild für die Lehre beschlossen, in dem die Ziele der Ausbildung für die Absolventen und die selbst gestellten Ansprüche an die Lehrenden der Fakultät an die eigene didaktische und fachliche Kompetenz formuliert sind. Das Curriculum der Düsseldorfer Fakultät sieht unter anderem ein patientenorientiertes, problembezogenes und fächerübergreifendes Studium vor, bietet Freiräume für wissenschaftliche Qualifikation und Auslandsaufenthalte, integriert Lehr- und Lernforschung und wird gemeinsam durch Lehrende und Lernende gestaltet.

## **Vorklinik**

Von Beginn des Studiums an legt die Fakultät besonderen Wert auf eine enge Verbindung von wissensorientierten Inhalten mit praxisnahen, klinischen Lehr- und Ausbildungsinhalten. So sind schon im ersten Semester Hospitationen in allgemeinmedizinischen Praxen wesentliche Elemente der Ausbildung; klinische Bezüge finden sich in allen Fächern mit einem besonderen Schwerpunkt in der Einführung in die klinische Medizin. Die Unterrichtsform des problemorientierten Lernens wird ebenso wie E-Learning in zahlreichen Fächern der Vorklinik angeboten; die im Jahr 2008 neu strukturierten „Integrierten Seminare“ haben die Zusammenarbeit der Fächer intensiviert.

Seit Jahren haben sich die Fächer der Düsseldorfer Vorklinik das Ziel gesetzt, die Studierenden optimal auf den Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung – das frühere Physikikum – vorzubereiten. Dazu werden die Studierenden durch attraktive Lehrangebote in Vorlesungen, Praktika und Seminaren motiviert und zugleich durch Minitestate vor einzelnen Veranstaltungen, durch Abschlussklausuren mit angemessenem Schwierigkeitsgrad und durch eine systematische Ausrichtung der Seminare des vierten Semesters mit den Anforderungen vertraut gemacht. Dank dieser Strategie schneiden die Düsseldorfer Studierenden im bundesweiten Vergleich seit 2006 gut bis sehr gut ab, bei gleichzeitigem Anstieg der Zahl der Studierenden, die in den klinischen Studienabschnitt gelangen (auf 311 Studierende in 2008, das sind ca. 85 Prozent der ins erste Semester zugelassenen Studierenden). Die Studierenden der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität haben im bundesweiten Vergleich Spitzenplätze beim Ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung belegt.

## **Klinik**

Der klinische Studienabschnitt wurde zuletzt infolge der neuen Approbationsordnung für Ärzte (2002) grundlegend reformiert. Hier stellen insbesondere im zweiten klinischen Studienjahr Blockpraktika und Unterricht am Krankenbett die zentralen Unterrichtsformen dar. Für einen wirkungsvollen Unterricht am Krankenbett müssten jeweils drei Studierende durch einen Arzt während einer Kursstunde betreut werden. Das seit April 2008 durch die Fachschaft mit Unterstützung des Studiendekanats durchgeführte Projekt „Qualitätssicherungs-Scouts“ („Quasi-Scouts“) ließ erkennen, dass dieser Standard noch nicht überall erreicht ist.

Nicht zuletzt eine Befragung aller Fakultätsmitglieder im Jahr 2007 verdeutlichte, dass der gezielten Vermittlung von praktischen Fertigkeiten sowie von sozialen und kommunikativen Fähigkeiten große Bedeutung zukommt. Den hier klar erkennbaren Verbesserungspotenzialen begegnete die Fakultät mit zwei Initiativen:

- Das im April 2008 eröffnete „Trainingszentrum für ärztliche Fertigkeiten“ in der MNR-Klinik stärkt erheblich die Vermittlung praktischer Fähigkeiten. Dies gelingt insbesondere aufgrund des Engagements studentischer Tutoren.
- Die kommunikativen Fähigkeiten sollen gezielt durch ein aus Studienbeiträgen finanziertes Projekt unter Einsatz von Schauspielerpatienten trainiert werden, dessen Vorbereitung im Herbst 2008 startete und ab Herbst 2009 ins Curriculum implementiert werden soll.

Mit dem Ziel einer Verbesserung und Standardisierung der Lehr- und Lernbedingungen im Praktischen Jahr wurden die Verträge mit den Akademischen Lehrkrankenhäusern zum 30. September 2009 gekündigt – neue Verträge sollen im Laufe des Jahres 2009 geschlossen werden.

## Perspektiven

Seit Beginn des Jahres 2008 haben Studiendekanat und Fakultät erhebliche Anstrengungen unternommen, um am Standort

- das Curriculum weiterzuentwickeln,
- qualitätssichernde Maßnahmen auszubauen,
- eine „Lehrkultur“ zu entwickeln,
- die Studienbedingungen weiter zu optimieren und
- die Außendarstellung zu verbessern.

Für die Fortentwicklung des Curriculums mit konkreten Zielen in den Bereichen Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten, Wissenschaft, kommunikative Kompetenz, Eigenverantwortlichkeit und Studiumskultur wurde nach umfangreichen Vorüberlegungen eine Arbeitsgruppe des Studiendekanats gegründet, der zwölf Lehrende und zwei Studierende angehören und die bis Ende 2009 ein umsetzbares Konzept für das Curriculum 2011 entwerfen soll.

Zur Weiterentwicklung der Qualitätssicherung startet jedes Jahr ein Mitglied der Fakultät einen Weiterbildungsstudiengang zum Master of Medical Education, der mit einem durch das Studiendekanat definierten Lehrprojekt verbunden ist. Im Jahr 2008 wurde die verpflichtende persönliche Lehrevaluation für alle Kolleginnen und Kollegen, die die Habilitation oder eine außerplanmäßige Professur (APL-Professur) anstreben, durch den Fachbereichsrat beschlossen. Die bereits genannten, in 2008 initiierten Quasi-Scouts tragen zu einer signifikanten Verbesserung der Lehre im klinischen Studienabschnitt bei. Die medizindidaktische Ausbildung soll weiter ausgebaut werden.

Die Entwicklung der Lehrkultur auf dem Campus wurde gefördert durch das „1. Forum Lehre“ im November 2008 auf Schloss Mickeln, das die oben genannte Curriculumsreform in die Breite der Fakultät kommunizierte. Das Lehrportfolio wurde als ein verpflichtendes Element für zukünftige Berufungsverhandlungen verankert, ebenso wie die Notwendigkeit von Probevorlesungen in lehrelevanten Fächern. Bei der Fortentwicklung der leistungsorientierten Mittelvergabe in der Fakultät wird auch die Lehre eine entscheidende Rolle spielen.

Für die Verbesserung der Studienbedingungen erarbeitete das Studiendekanat in Zusammenarbeit mit der Fachschaft Medizin und der Universitäts- und Landesbibliothek

ein Konzept für ein modernes Lern- und Kommunikationszentrum, das eine medizinische Fachbibliothek mit Lern- und Aufenthaltsräumen für Studierende kombiniert und mit einer Fläche von circa 3.500 Quadratmetern ein Leuchtturm der Fakultät werden könnte. Für dieses Zentrum mit dem Namen O.A.S.E. (Ort des Austauschs, des Studiums und der Entwicklung) waren Ende 2008 das Raumprogramm, ein Architektenentwurf sowie ein Kosten- und Businessplan fertiggestellt. Dank der Förderung des Projekts durch das Land Nordrhein-Westfalen aus Mitteln des Konjunkturpakets II in Höhe von 13 Millionen €, die das Universitätsklinikum gegenüber dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie priorisiert hatte, konnte die Bautätigkeit mit dem Spatenstich für die O.A.S.E. im November 2009 beginnen.

Nach umfangreichen Vorarbeiten wurde im Sommer 2008 die neu strukturierte Homepage des Studiendekanats freigeschaltet,<sup>1</sup> die übersichtlich alle relevanten Informationen zum Medizinstudium präsentiert und auch für potenzielle Bewerberinnen und Bewerber attraktiv sein wird. Gemeinsam mit der Fachschaft Medizin, aber in getrennter redaktioneller Verantwortung, wird seit 2008 eine Erstsemesterbroschüre herausgegeben.

## **Bericht über die Umsetzung der Ziele des Frauenförderplans**

In der Human- und Zahnmedizin war der Frauenanteil mit über 50 Prozent Studienanfängerinnen und -absolventinnen zufriedenstellend; lediglich im Fortbildungsstudiengang „Public Health“ lag der Anteil der Absolventinnen erstmals deutlich unter 50 Prozent. Bei Promotionsverfahren beträgt der Anteil der beteiligten Frauen auch unter 50 Prozent, ebenfalls bei Habilitandinnen und APL-Professorinnen.

Der Anteil der Frauen stieg in der Ärzteschaft bei den Fachärzten in der Humanmedizin von 21 Prozent im Jahr 2005 auf 26 Prozent im Jahr 2008 und hat sich in der Assistenzärzteschaft wieder bei über 41 Prozent eingependelt. In der Zahnmedizin betrug der Frauenanteil in der Ärzteschaft 40 Prozent, wobei hier die Inanspruchnahme von Teilzeitbeschäftigungen weiterhin am höchsten ist. Der Frauenanteil unter den C4-/W3-Professuren liegt bei sechs Prozent.

Erstmals wurde im Jahr 2008 ein von der Forschungskommission zu vergebendes Wiedereinstiegsstipendium (BAT IIa/E13) für eine Wissenschaftlerin nach der Elternzeit vergeben. Ein Mentoringprogramm speziell für Medizinerinnen wurde in enger Zusammenarbeit mit der zentralen Gleichstellungsstelle als Ergänzung zu schon bestehenden Mentoringprogrammen in die Planung genommen und ist zum Sommersemester 2009 gestartet.

Die Rahmenbedingungen für Eltern sind durch vielfältige Aktivitäten der zentralen Gleichstellungsbeauftragten beispielhaft positiv verändert worden. Die medizinspezifischen Besonderheiten blieben auch 2008 weiter im Fokus der Gleichstellungsbeauftragten der Fakultät; hier wird zukünftig vor allem auf eine intensivere Zusammenarbeit auch mit der Gleichstellungsbeauftragten der Klinik gesetzt, um sowohl für die wissenschaftlichen als auch nichtwissenschaftlichen Mitarbeiter Modelle zu etablieren, die Elternbedürfnisse berücksichtigen und gleichzeitig forschungsrelevante Arbeitsabläufe beispielsweise durch Mutterschutz- und Elternzeitvertretungen sichern helfen.

In dem Aufgabenbereich der Geschlechterdifferenzierten Lehre an der Medizinischen Fakultät wurde sowohl von der zentralen als auch von der Gleichstellungsbeauftragten

<sup>1</sup> Vgl. <http://www.medizinstudium.uni-duesseldorf.de> (19.11.2009).

der Fakultät eine Arbeitsgruppe unter Leitung von PD Dr. Hildegard Graß unterstützt, die genderdifferenzierte Lehrangebote gestaltete und ein Fachsymposium (7. Mai 2008) organisierte, das zukünftig einmal jährlich als „Gender-Day-Veranstaltung“ stattfinden soll.

Die Fakultät ist überzeugt, einen Erfolg versprechenden Weg hin zu einer Gemeinschaft von Lehrenden und Lernenden eingeschlagen zu haben.



**MALTE KELM, MIRIAM CORTESE-KROTT, ULRIKE  
HENDGEN-COTTA und PATRICK HORN**

**Stickstoffmonoxid und Nitrit als Mediatoren  
im kardiovaskulären System:  
Synthesewege, Speicherformen und Wirkmechanismen**

**Einleitung**

Stickstoffmonoxid (NO<sup>·</sup>) ist ein zentraler Mediator in vielen unterschiedlichen biologischen Prozessen. Als intrazellulärer und extrazellulärer Botenstoff ist NO<sup>·</sup> nicht nur an physiologischen Regulationsmechanismen im Herz-Kreislauf-System, sondern auch im Zentralnervensystem, im peripheren Nervensystem und im Immunsystem beteiligt.<sup>1</sup> Im Zentralnervensystem dient NO<sup>·</sup> als Neurotransmitter und ist unter anderem an der Vermittlung von Schmerzreizen beteiligt. Im peripheren Nervensystem wirkt NO<sup>·</sup> an der Signalübertragung in Teilen des Gastrointestinaltraktes, der Atemwege und des Urogenitaltraktes mit. NO<sup>·</sup> ist an der Modulation der spezifischen und unspezifischen Immunabwehr beteiligt und spielt eine Rolle in der Pathophysiologie der Sepsis.<sup>2</sup> Das Gros der physiologischen Effekte von NO<sup>·</sup> wird durch die Reaktion mit der Hämgruppe der löslichen Guanylatzyklase mediiert, was in einem Anstieg der cGMP-Konzentration resultiert.<sup>3</sup> Zyklisches GMP greift in unterschiedliche physiologische Prozesse ein und spielt unter anderem eine wichtige Rolle in der Relaxation glatter Muskelzellen.<sup>4</sup> Ferner reguliert NO<sup>·</sup> durch Inhibition der Zytochrom-*c*-Oxidase die mitochondriale Respirationskette<sup>5</sup> und kann Einfluss nehmen auf die mitochondriale Generierung von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.<sup>6</sup> Bereits eine nanomolare Konzentration ist ausreichend, um mit Disauerstoff (O<sub>2</sub>) um die Bindungsstelle zu konkurrieren und dadurch die Apoptose über den mitochondrialen Weg zu initiieren.<sup>7</sup> NO<sup>·</sup> entsteht substratspezifisch bei der von NO-Synthasen (NOS) katalysierten Umsetzung von L-Arginin unter Verbrauch von O<sub>2</sub> zu L-Citrullin.<sup>8</sup> Zur Familie der NOS gehören zwei konstitutiv exprimierte Enzyme, NOS-1, auch neuronale NOS (nNOS) genannt, und NOS-3 (endotheliale NOS – eNOS) sowie die induzierbare NO-Synthase (NOS-2 oder iNOS). Unter physiologischen Bedingungen wird NO<sup>·</sup> im vaskulären System primär von der eNOS in Endothelzellen gebildet.<sup>9</sup> Durch kontinuierliche Freisetzung von NO<sup>·</sup> aus

---

<sup>1</sup> Vgl. Moncada und Higgs (1993).

<sup>2</sup> Vgl. Moncada und Higgs (1993).

<sup>3</sup> Vgl. Waldman und Murad (1988).

<sup>4</sup> Vgl. Gold (1990).

<sup>5</sup> Vgl. Cleeter *et al.* (1994).

<sup>6</sup> Vgl. Brookes *et al.* (2000).

<sup>7</sup> Vgl. Beltran *et al.* (2000).

<sup>8</sup> Vgl. Palmer *et al.* (1988).

<sup>9</sup> Vgl. Moncada und Higgs (1993).

der Gefäßwand spielt NO<sup>•</sup> eine direkte Rolle bei der Aufrechterhaltung der vaskulären Homöostase.<sup>10</sup> So moduliert NO<sup>•</sup> verschiedene Funktionen in der luminalen und abluminalen Gefäßwand. Es senkt in den Leitungsarterien vom muskulären Typ und in den präkapillären Widerstandsgefäßen den Gefäßtonus und über diesen Mechanismus den Blutdruck. In Blutzellen sind verschiedene durch NO<sup>•</sup> medierte Funktionen beschrieben: Es erhöht die Verformbarkeit der Erythrozyten, inhibiert die Thrombozyten-Aggregation und verhindert dadurch eine intravasale Gerinnung. Des Weiteren hemmt NO<sup>•</sup> die Adhäsion von Monozyten, neutrophilen Granulozyten und Thrombozyten an die Gefäßwand, was infiltrative entzündliche Prozesse der Gefäßwand unterdrückt.<sup>11</sup> Ein antiarteriosklerotischer Effekt ist in der Inhibition der Lipidperoxidation respektive der Mitogenese und Proliferation der vaskulären glatten Muskelzellen begründet.

Entsprechend der wichtigen Rolle von NO<sup>•</sup> im kardiovaskulären System gehen viele Erkrankungen mit Änderungen des Stickstoffmonoxidhaushaltes einher. Einen Zusammenhang mit koronarer Herzkrankheit und Diabetes konnte unter anderem unsere Arbeitsgruppe aufzeigen. Angaben über Korrelationen mit Erkrankungen wie dem kardiogenen Schock oder der Sepsis, die ebenfalls mit kardiovaskulären Dysfunktionen assoziiert sind, fehlen aber.

## Methodenentwicklung

Aufgrund seines schnellen Metabolismus kann der NO<sup>•</sup>-Gehalt indirekt über seine Oxidationsprodukte, Nitrit und Nitrat, gemessen werden. Durch die Entwicklung neuer sensitiver und spezifischer biochemischer Analyseverfahren und hochauflösender *In-vivo*-Assays zur Bestimmung der Gefäßfunktion gelang uns eine umfassende Charakterisierung der wesentlichen Komponenten des zirkulierenden NO<sup>•</sup>-Pools. Hierbei handelt es sich um oxidative und nitrosative Intermediate des NO<sup>•</sup>-Stoffwechsels im Plasma, in Erythrozyten und im Gewebe. Zunächst wurde eine Flussinjektionsanalytik entwickelt, die eine reproduzierbare, sensitive und spezifische Bestimmung der *oxidativen Produkte* (Nitrit und Nitrat) des NO<sup>•</sup>-Stoffwechsels im Plasma bis in den niedrig-nanomolaren Bereich erlaubt.<sup>12</sup> Durch die Entwicklung und Validierung gruppenspezifischer Reagenzien (NEM, EDTA, HgCl<sub>2</sub>, Sulfanilamid) in Kombination mit reduktiver und nichtreduktiver Gasphasenchemilumineszenz (Abb. 1) gelang die Charakterisierung des *nitrosativen Metabolismus* von NO<sup>•</sup> im Plasma und in Erythrozyten aus menschlichen Blutproben.<sup>13</sup> Parallel zu diesen proteinbiochemisch analytischen Arbeiten wurden *In-vivo*-Assays entwickelt, die eine sensitive, pulssynchrone *In-vivo*-Erfassung von minimalen Tonusänderungen arterieller Leitungsfäße am Menschen mit einer minimalen Auflösung bis in einen Bereich von 20 Mikrometer (µm) erlauben<sup>14</sup> und zudem die Untersuchung von Interaktionen zwischen der Makro- und Mikrostrombahn hinsichtlich der flussmedierten Dilatation (FMD) durch zeitgleiche Anwendung der Venenverschlussplethysmografie ermöglichen.<sup>15</sup>

---

<sup>10</sup> Vgl. Moncada und Higgs (1993).

<sup>11</sup> Vgl. Nathan (2002).

<sup>12</sup> Vgl. Kleinbongard *et al.* (2002).

<sup>13</sup> Vgl. Feelisch *et al.* (2002) sowie Rassaf *et al.* (2003).

<sup>14</sup> Vgl. Rassaf *et al.* (2002).

<sup>15</sup> Vgl. Lauer *et al.* (2005).

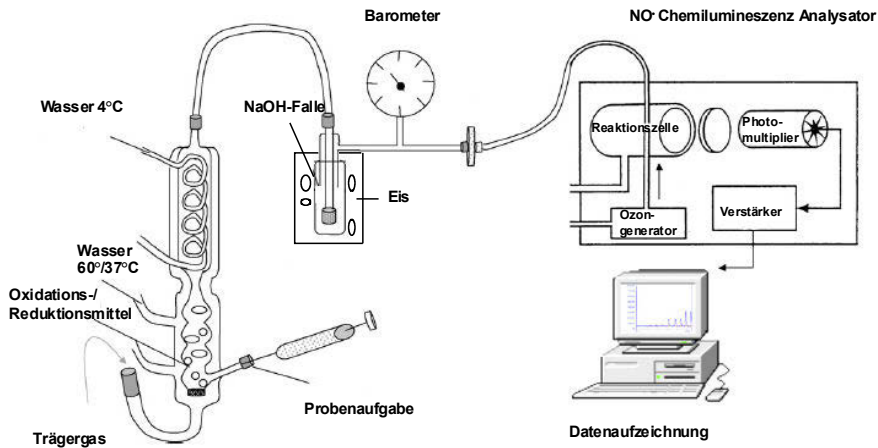
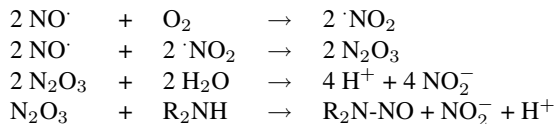


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Apparatur zur Detektion der Chemilumineszenz

### Hämatogene NO<sup>-</sup>-Synthese (I): Nitritreduktion als NO<sup>-</sup>-Quelle

Nitrit ist ein anorganisches Anion, das im Blut und Gewebe durch Oxidation von NO<sup>-</sup> unter aeroben Bedingungen<sup>16</sup> sowie bei Nitrosierungsreaktionen produziert wird:



Ferner wird es durch die Aufnahme von Nitrit und Nitrat in Nahrung akkumuliert;<sup>17</sup> dabei wird ein Teil des zugeführten Nitrats von Bakterien im Speichel zu Nitrit reduziert.<sup>18</sup> Die Konzentration im Plasma beträgt 0,3 bis 1,0 µM<sup>19</sup> und im Gewebe 450 nM bis 22,5 µM.<sup>20</sup>

Lange Zeit ging man davon aus, zelluläres Nitrit sei ein inertes Oxidationsprodukt von NO<sup>-</sup>. Neue Erkenntnisse belegen jedoch, dass Nitrit entlang eines physiologischen O<sub>2</sub>-Gradienten *in vivo* zu NO<sup>-</sup> reduziert wird und somit einen potenziellen NO<sup>-</sup>-Speicherpool darstellt. Das bedeutet, dass die NO<sup>-</sup>-Wirkung durch Speicherformen<sup>21</sup> auch systemisch, bildungsortfern, also endokrin, vermittelt werden kann.

Für die Umwandlung von Nitrit zu NO<sup>-</sup> sind verschiedene Mechanismen beschrieben: die azidische Disproportionierung,<sup>22</sup> die enzymatische Umwandlung durch die Xanthin-

<sup>16</sup> Vgl. Kelm (1999).

<sup>17</sup> Vgl. Ysart *et al.* (1999).

<sup>18</sup> Vgl. Spiegelhalder *et al.* (1976) sowie Tannenbaum *et al.* (1976).

<sup>19</sup> Vgl. Grau *et al.* (2007) sowie Rassaf *et al.* (2003).

<sup>20</sup> Vgl. Bryan *et al.* (2004) sowie Rodriguez *et al.* (2003).

<sup>21</sup> Vgl. Gladwin *et al.* (2003) sowie Jia *et al.* (1996).

<sup>22</sup> Vgl. Zweier *et al.* (1995).

oxidoreduktase<sup>23</sup> und Zytochrom-*c*-Oxidase<sup>24</sup> sowie die Reduktion durch desoxygeniertes Hämoglobin.<sup>25</sup>



Eine nichtenzymatische NO $\cdot$ -Bildung aus Nitrit *in vivo* wurde am Modell des Unterarmes unter Verwendung von physiologischen Nitritkonzentrationen untersucht. In den physiologischen Konzentrationen ist Nitrit nicht vasoaktiv.<sup>26</sup> Jedoch konnte in Übereinstimmung mit den Befunden der Arbeitsgruppe von Dr. Mark Gladwin (NIH, Washington) im supraphysiologischen Dosisbereich (40  $\mu\text{mol}/\text{min}$ ) nach durchschnittlich 90 Sekunden eine Vasodilatation ausgelöst werden. Bei niedrigeren Dosen (40  $\text{nmol}/\text{min}$  bis 400  $\text{nmol}/\text{min}$  über fünf Minuten), die den endogenen Plasmaspiegel an Nitrit lediglich verdoppeln beziehungsweise vervierfachen, war hingegen keine Änderung des Unterarmblutflusses zu beobachten.<sup>27</sup> Derzeit arbeiten wir an dem Nachweis, dass der endogene plasmatische NO $\cdot$ -Pool sowohl durch eine systemische NOS-Inhibition (als negative Kontrolle) als auch durch Substratgabe manipulierbar ist.

## Hämatogene NO $\cdot$ -Synthese (II): Nachweis einer NO-Synthase in Erythrozyten

Neben Endothelzellen exprimieren auch Erythrozyten eine aktive NOS. Durch die Verwendung von immunzytochemischen Verfahren und konfokaler Mikroskopie respektive Immunogoldmarkierung an Ultradünnschnitten konnte eine eNOS-Isoform als zytosol- und membranständig lokalisiert werden (Abb. 2).

Der Nachweis einer funktionellen Aktivität dieser erythrozytären NOS konnte in humanen und murinen (Wildtyp-)Erythrozyten, nicht jedoch in aus eNOS-defizienten Mäusen gewonnenen Erythrozyten geführt werden.<sup>28</sup> Die NO $\cdot$ -Synthese in Erythrozyten ist stereospezifisch stimulierbar, NOS-spezifisch inhibierbar, isoformspezifisch und kofaktorenabhängig.<sup>29</sup> Posttranslationale und posttranskriptionelle von der eNOS bekannte Regulationswege wurden bisher nicht untersucht.

NO $\cdot$  beeinflusst die Membranfluidität und Verformbarkeit des Erythrozyten als wesentliche Voraussetzung für dessen erfolgreiche Passage der Mikrozirkulation.<sup>30</sup> Die systemische Gabe von NOS-Inhibitoren führt in polyglobulen Mäusen zu einer Okklusion der terminalen Arteriolen durch Erythrozyten und zum Tod aller Tiere innerhalb von Stunden.<sup>31</sup> Der Einfluss der erythrozytären NOS auf die Verformbarkeit des Erythrozyten wurde *in situ* am bebrüteten Hühneri durch Intravitalmikroskopie untersucht. In diesem Modell konnten wir nachweisen, dass eine hämatogene NO $\cdot$ -Synthese die Verformbarkeit und die Flussgeschwindigkeit der Erythrozyten bestimmt. Um die Rolle der intraerythrozytären NO $\cdot$ -Synthese von der der endothelialen NO $\cdot$ -Synthese zu unterscheiden, haben wir ein

<sup>23</sup> Vgl. Webb *et al.* (2004).

<sup>24</sup> Vgl. Castello *et al.* (2006).

<sup>25</sup> Vgl. Cosby *et al.* (2003) sowie Nagababu *et al.* (2003).

<sup>26</sup> Vgl. Heiss *et al.* (2006) sowie Rassaf *et al.* (2002).

<sup>27</sup> Vgl. Gladwin *et al.* (2005).

<sup>28</sup> Vgl. Kleinbongard *et al.* (2006).

<sup>29</sup> Vgl. Kleinbongard *et al.* (2006).

<sup>30</sup> Vgl. Dejam *et al.* (2005).

<sup>31</sup> Vgl. Kleinbongard *et al.* (2006).

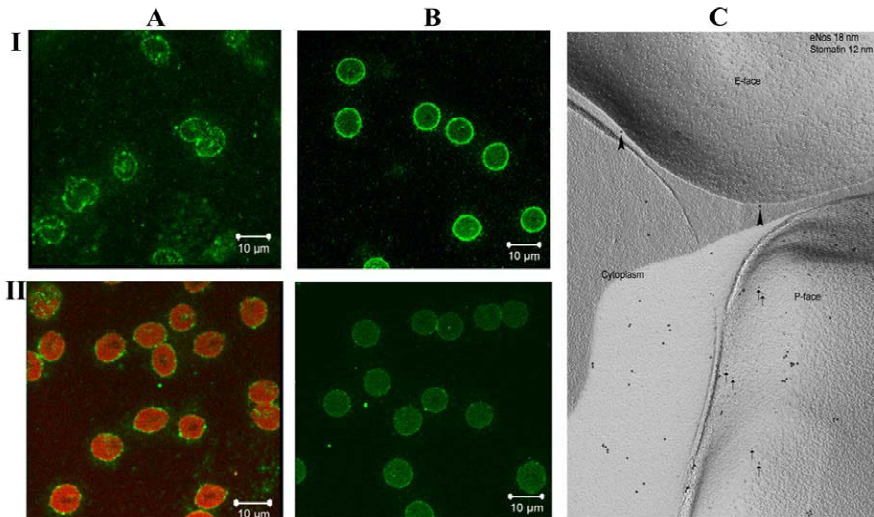


Abb. 2: Expression von eNOS in humanen Erythrozyten (A I, II) und in Wildtyp-Mäusen (B I). eNOS-defiziente Mäuse exprimieren keine eNOS (B II). Lokalisierung von zytosol- und membranständiger eNOS in humanen Erythrozyten, nachgewiesen durch Immunogoldmarkierung (C).

Knochenmarktransplantations-Mausmodell etabliert. NOS-defiziente Mäuse exprimieren die NOS nur in Blutzellen nach Transplantation von Knochenmark aus Wildtypen oder – *vice versa* – Wildtypen tragen NOS-defiziente Blutzellen nach Transplantation von Knochenmark aus NOS-defizienten Tieren. Die hämatogene NO<sup>-</sup>-Synthese in diesem Modell wird durch Gasphasenchemilumineszenz, die rheologischen Parameter mittels Intravitalmikroskopie und die Endothelfunktion über die FMD-Analyse charakterisiert.

Um die proteinbiochemische Charakterisierung der erythrozytären NOS vorzunehmen und weiteren Einblick in die Regulationsmechanismen der erythrozytären NOS zu bekommen, isolierten wir das Enzym aus humanen Erythrozyten durch Immunpräzipitation. Die Aminosäuresequenz sowie posttranslationale Modifikationen wurden durch Gelelektrophorese und Massenspektrometrie bestimmt. Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse sollen neue diagnostische und therapeutische Ansätze einer endothelialen Dysfunktion in der Behandlung von Patienten mit koronarer Herzerkrankung entwickelt werden.

### NO<sup>-</sup>-Bildung in Herzgewebe: Die Rolle von Myoglobin

Myoglobin gehört zu den bestuntersuchten Proteinen und ist das Hämprotein mit der höchsten Konzentration in Skelett- und Myokardmuskelzellen. Kürzlich konnte es aber auch in glatter Muskulatur nachgewiesen werden. Im aktiven Herz- und Skelettmuskel dient Myoglobin als Speicher für O<sub>2</sub>. Des Weiteren haben Experimente mit myoglobinde-

fizienten Mäusen gezeigt, dass Myoglobin unter normoxischen Bedingungen ein wichtiger Abfänger von  $\text{NO}^{\cdot}$  ist<sup>32</sup> und das Myokard vor oxidativem Stress schützt.<sup>33</sup>

In experimentellen Untersuchungen konnte unsere Arbeitsgruppe zeigen, dass die Reduktion von Nitrit zu  $\text{NO}^{\cdot}$  nicht nur für die Zirkulation, sondern auch für das Myokard zutrifft. Sinkt in Bereichen des Myokards die Sauerstoffkonzentration, dann zeigt desoxygeniertes Myoglobin eine Nitritreduktase-Aktivität. Diese myoglobinmedierte  $\text{NO}^{\cdot}$ -Bildung garantiert eine konstante  $\text{NO}^{\cdot}$ -Versorgung entlang eines großen Sauerstoffgradienten im Myokard und beeinflusst die Herzfunktion und den Energiehaushalt der Myozyten.<sup>34</sup> Sie ist ein Schlüsselmechanismus in der zellulären Hibernation und wirkt zytoprotektiv im Stadium der Hypoxie<sup>35</sup> (Abb. 3).

In weiterführenden experimentellen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass im Rahmen eines myokardialen Ischämie/Reperfusionsschadens die exogene Applikation von Nitrit zytoprotektiv wirkt<sup>36</sup> und desoxygeniertes Myoglobin eine zentrale Rolle in diesem protektiven Mechanismus spielt<sup>37</sup> (Abb. 3). Durch den Vergleich von Myoglobin-Wildtyp- mit myoglobindefizienten Mäusen konnte demonstriert werden, dass Myoglobin während der Ischämie/Reperfusion exogenes Nitrit zu  $\text{NO}^{\cdot}$  reduziert. In der frühen Phase der Reperfusion kommt es durch die Reoxygenierung des Gewebes zur Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies. Durch das myoglobinabhängig gebildete  $\text{NO}^{\cdot}$  wird die Generierung von reaktiven Sauerstoffspezies limitiert und damit die Proteinschädigung vermindert. In den myoglobindefizienten Mäusen steigt die Konzentration der reaktiven Sauerstoffspezies und führt zu einer erhöhten oxidativen Inaktivierung der Aконitase. Ob Nitrit die Produktion reaktiver Sauerstoffverbindungen verursacht oder inhibiert, ist abhängig von der Anwesenheit von Myoglobin. Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass nur mit Myoglobin assoziiertes Nitrit eine zytoprotektive Wirkung auf subzellulärer Ebene aufweist. Ein Einfluss dieses myoglobinvermittelten protektiven Effektes von Nitrit konnte sowohl für die Hämodynamik als auch für die myokardiale Infarktgröße nachgewiesen werden. In Myoglobin-Wildtyp-Mäusen führt die Infusion von Nitrit zu einer Verbesserung der Wiedererlangung der myokardialen Pumpfunktion sowie zu einer Reduktion des myokardialen Infarktes um 61 Prozent. Hingegen hat Nitrit in myoglobindefizienten Mäusen keine protektive Wirkung.<sup>38</sup>

Ziel des derzeitigen Forschungsvorhabens zur Entwicklung neuer Strategien in der Therapie des akuten Myokardinfarktes ist die Identifizierung und Modifikation spezifischer zellulärer Targets, durch die myokardiale Gewebsschäden reduziert beziehungsweise verhindert werden sollen.

---

<sup>32</sup> Vgl. Flögel *et al.* (2001).

<sup>33</sup> Vgl. Flögel *et al.* (2004).

<sup>34</sup> Vgl. Shiva *et al.* (2007) sowie Rassaf *et al.* (2007).

<sup>35</sup> Vgl. Rassaf *et al.* (2007).

<sup>36</sup> Vgl. Webb *et al.* (2004), Hendgen-Cotta *et al.* (2008) sowie Duranski *et al.* (2005).

<sup>37</sup> Vgl. Hendgen-Cotta *et al.* (2008).

<sup>38</sup> Vgl. Hendgen-Cotta *et al.* (2008).

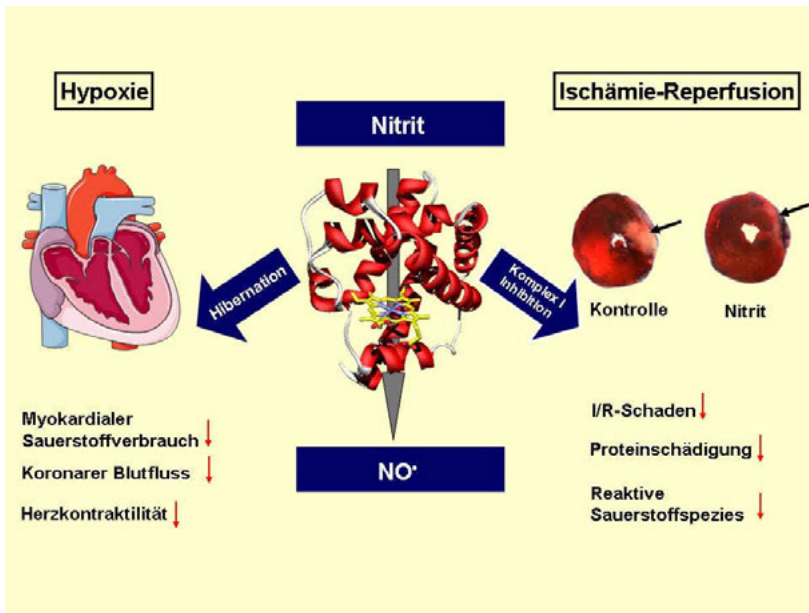


Abb. 3: Einfluss der Nitritreduktase-Aktivität von desoxygeniertem Myoglobin unter hypoxischen Bedingungen und während der Ischämie/Reperfusion; aus Hendgen-Cotta *et al.* (submitted)

## Die Rolle von iNOS, nNOS und eNOS im klinisch relevanten Sepsismodell

Die massive Freisetzung von NO<sup>•</sup>, die in experimentell induzierter und klinischer Sepsis nachgewiesen werden konnte,<sup>39</sup> spielt eine zentrale pathophysiologische Rolle in der Sepsis. Folgen der erhöhten NO<sup>•</sup>-Produktion sind eine systemische Vasodilatation mit Abnahme des systemischen Widerstandes, eine Downregulation der Adrenorezeptoren an den Zellmembranen glatter Muskelzellen und eine Unterdrückung der biologischen Aktivität von Katecholaminen.<sup>40</sup> Hohe NO<sup>•</sup>-Dosen führen zudem zu einer direkten Beeinträchtigung der kardialen Funktion mit Abnahme der Kontraktilität<sup>41</sup> und sind mitverantwortlich für die Ausbildung der so genannten septischen Kardiomyopathie.<sup>42</sup>

Unter den verschiedenen Isoformen der NOS wird in der Sepsis insbesondere die iNOS als leistungsstarkes NO<sup>•</sup> produzierendes Enzym diskutiert. Unter anderem Entero- und Endotoxine sowie proinflammatorische Zytokine fördern die Expression der iNOS in Endothelzellen, glatten Gefäßmuskelzellen, Zellen des Endokards und Makrophagen. Als innovativer Therapieansatz führte jedoch die Inhibition der iNOS in experimentellen Sep-

<sup>39</sup> Vgl. Nava *et al.* (1991).

<sup>40</sup> Vgl. Tsuneyoshi *et al.* (1996).

<sup>41</sup> Vgl. Kelly *et al.* (1996).

<sup>42</sup> Vgl. Merx und Weber (2007).

sismodellen zu widersprüchlichen Ergebnissen.<sup>43</sup> Die Rolle der konstitutiven NOS in der Sepsis, eNOS und nNOS, die insbesondere für die physiologische NO<sup>-</sup>-Produktion verantwortlich sind, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einerseits hatten eNOS überexprimierende transgene Mäuse eine verbesserte linksventrikuläre Funktion und eine bessere Überlebensprognose.<sup>44</sup> Andererseits wiesen eNOS-Knockout-Mäuse nach LPS-Gabe ein stabileres hämodynamisches Profil auf mit dem Resultat einer verbesserten Prognose der Versuchstiere.<sup>45</sup> Die pharmakologische Inhibition der nNOS führte zu einer verbesserten Reaktion der Arteriolen auf Acetylcholin im Muskel septischer Ratten.<sup>46</sup> In einem Entzündungsmodell der Lunge bei Schafen hatte die Inhibition der nNOS eine Verbesserung des pulmonalen Gasaustausches und einen verminderten Anstieg der Plasma-NO<sub>x</sub>-Spiegel zur Folge. Sears *et al.* zeigten, dass die Inhibition der nNOS assoziiert war mit einer Zunahme des intrazellulären Calciums in Kardiomyozyten und demzufolge mit einem positiv-inotropen Effekt.<sup>47</sup> Welchen Einfluss die Inhibition der nNOS und eNOS auf den Verlauf der Sepsis und insbesondere die Ausprägung der septischen Kardiomyopathie in einem klinisch relevanten Sepsismodell hat, ist bislang nicht untersucht worden.

Da das Vorliegen einer kardiovaskulären Dysfunktion bei septischen Patienten assoziiert ist mit einer signifikanten Erhöhung der Mortalität, ist es das Ziel des gegenwärtigen Forschungsprojektes, den Einfluss der NOS-Isoformen (eNOS, iNOS und nNOS) auf kardiale Funktionsparameter und NO<sup>-</sup>-Produktionsraten im klinisch relevanten Sepsismodell (Coecum-Ligatur und Panktion – CLP) der Maus zu klären.

## Endotheliale Progenitorzellen

Neueste Erkenntnisse deuten darauf hin, dass Subpopulationen hämatopoetischer Stammzellen an der postnatalen Neovaskulogenese beteiligt sind und auch das Fortschreiten einer Atherosklerose beeinflussen. Eine dieser Subpopulationen sind die im peripheren Blut zirkulierenden endothelialen Progenitorzellen (*endothelial progenitor cells* – EPC). Ihnen wird eine Beteiligung an der Regeneration des verletzten Endothels in atherosklerotischen Läsionen und an der Endothelneubildung bei der Neovaskulogenese zugeschrieben.<sup>48</sup> Bei der Rekrutierung von EPC nach Gefäßverletzung spielt NO<sup>-</sup> eine große Rolle.<sup>49</sup> Über den Einfluss von NO<sup>-</sup>-Metaboliten, insbesondere seines Hauptoxidationsproduktes Nitrit, ist bisher nichts bekannt.

Unsere Forschung umfasst die Untersuchung der Wirkung von Nitrit auf EPC sowohl *in vitro* als auch *in vivo*. Dies beinhaltet die Isolierung von EPC aus humanem peripherem Blut, ihre Kultivierung und Charakterisierung sowie funktionale Untersuchungen. Im Tiermodell soll die Revaskularisierungskapazität ischämischen Gewebes nach oraler Nitrit- und Nitratgabe untersucht werden. Dazu wird bei NMRI-Wildtyp-Mäusen durch die *hindlimb*-Operation eine Hinterlaufsischämie der unteren Extremitäten simuliert.

---

<sup>43</sup> Vgl. Cobb *et al.* (1999).

<sup>44</sup> Vgl. Jones *et al.* (2003).

<sup>45</sup> Vgl. Connelly *et al.* (2005).

<sup>46</sup> Vgl. Lidington *et al.* (2007).

<sup>47</sup> Vgl. Sears *et al.* (2003).

<sup>48</sup> Vgl. Asahara *et al.* (1997).

<sup>49</sup> Vgl. Ozuyaman *et al.* (2005).



## Ernährung und kardiovaskuläre Erkrankungen

Die Ernährung stellt einen der wichtigsten modifizierbaren Lifestylefaktoren dar, der die kardiovaskuläre Gesundheit entscheidend beeinflusst. Epidemiologische Studien legen nahe, dass obst- und gemüsereiche Ernährung einen positiven Einfluss auf die kardiovaskuläre Mortalität und Morbidität hat. Wein aus Trauben, grüner Tee und Kakao weisen besonders hohe Konzentrationen an Flavanolen auf.<sup>50</sup> Die Flavanole gehören zu den Polyphenolen, bei denen in epidemiologischen Studien kardioprotektive Wirkungen aufgezeigt werden konnten.

Interventionsstudien haben gezeigt, dass Flavanole einen positiven Einfluss auf Endothelfunktion, Blutdruck und Zuckerstoffwechsel sowie einen inhibitorischen Einfluss auf die Plättchenaggregation haben. Darüber hinaus konnten wir für Patienten mit Diabetes mellitus und endothelialer Dysfunktion nach Zufuhr von Kakaoflavanolen eine Verbesserung der vaskulären Funktion nachweisen.<sup>51</sup> Schlüsselmechanismen, die die regenerativen Gefäßprozesse entscheidend regulieren, wie der NO<sup>-</sup>-Stoffwechselweg, die NADPH-Oxidase und das Angiotensinkonversionsenzym, scheinen durch Flavanole moduliert zu werden. Ob Flavanole die zellulären Mechanismen regulieren, die zu einer Rekonstitution der Gefäßfunktion führen und auch Angiogenese modulieren, ist bislang unklar. Deshalb ist es das Ziel der gegenwärtigen Forschungsprojekte, den Einfluss von Nahrungsflavanolen auf zelluläre Wirkmechanismen der Endothelregeneration und Angiogenese in einem translationalen systembiologischen Ansatz zu charakterisieren.

## Vaskuläre Kalzifizierung

Kardiovaskuläre Kalzifizierung ist sowohl ein Risikofaktor als auch ein Marker für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und führt ferner zu einer erhöhten Gefäßrigidität, was sich in erhöhter Blutdruckamplitude, beschleunigter Pulswellengeschwindigkeit, linksventrikulärer Hypertrophie und verminderter Koronarperfusion widerspiegelt. Krankheitsbilder, die mit einer erhöhten kardiovaskulären Mortalität einhergehen, wie zum Beispiel die Niereninsuffizienz, weisen zum einen eine beschleunigte, inflammatorisch bedingte Intimaverkalkung sowie zum anderen eine ausgeprägte Mediaverkalkung auf, die eine herabgesetzte Compliance der Leitungsgefäße bedingt. In den letzten Jahren wurde in der Forschung über vaskuläre Kalzifizierung viel Wert auf die Tatsache gelegt, dass die Kalzifizierung nicht nur Folge einer passiven, chemischen Präzipitation ist, sondern vielmehr ein biologisch aktiv regulierter Prozess. Vor diesem Hintergrund befasst sich die Arbeitsgruppe schwerpunktmäßig mit dem Ungleichgewicht zwischen kalzifizierungsfördernden und -hemmenden Faktoren. Insbesondere durch Studien zu den beiden zentralen Kalzifizierungsinhibitoren Fetuin-A und dem lokal in der Gefäßwand aktiven Matrix-Gla-Protein (MPG) konnte die bedeutsame Rolle in der Hemmung der extraossären Kalzifizierung belegt werden. Hierzu wurden sowohl *Ex-vivo*-Studien und Versuche an transgenen Mausmodellen als auch humane Querschnittsuntersuchungen bis hin zu ersten Interventionsstudien durchgeführt. Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Etablierung von Methoden zur Risikostratifizierung von Patienten mit Niereninsuffizienz und kardiovaskulären Erkrankungen dar. Neben dem Goldstandard zur Detektion vaskulärer Kalzifizierung, der

<sup>50</sup> Vgl. Heiss *et al.* (2003) sowie Heiss *et al.* (2007).

<sup>51</sup> Vgl. Heiss *et al.* (2005).

postmortalen histologischen Aufarbeitung der Gefäße, haben sich seit den 1970er Jahren zahlreiche Methoden zur intravitalen Kalkdetektion etabliert. Innovative Verfahren zur sensitiven Quantifizierung und zeitgleichen exakten räumlichen Auflösung der Kalzifizierung umfassen den intravaskulären Ultraschall (IVUS) sowie die optische Kohärenztomografie (OCT). Für beide Methoden stehen am Universitätsklinikum Düsseldorf die infrastrukturellen Bedingungen sowie die personelle Expertise zur Verfügung.

## NRW Herzklappen-Initiative

Die Zahl degenerativer Herzerkrankungen, unter anderem der Aortenklappe, steigt in der alternden Bevölkerung rasant. Viele dieser Patienten sind aufgrund ihrer Begleiterkrankungen mit den klassischen Verfahren nicht mehr operabel. Die einzige für diese so genannten „No-option-Patienten“ momentan zur Verfügung stehende Therapie besteht aus dem Einsetzen einer perkutan implantierbaren Klappe aus biologischem Gewebe. Diese Klappen besitzen jedoch einige elementare Limitierungen. So können sie nicht oder nur unzureichend auf ausreichend kleine Durchmesser gefaltet werden. Zusätzlich besteht die Gefahr von Dislokationen und paravalvulärer Leckage. Die Langzeitstabilität ist wie bei allen Bioprothesen auch hier nur bedingt ausreichend. Der Fokus des beantragten Projektes liegt daher auf drei Aspekten der medizintechnischen Entwicklung minimalinvasiver Therapieverfahren des Klappenersatzes: (1.) perkutan transluminal implantierbare Aortenklappenprothesen aus Polyurethan, (2.) spezifische Apparatechnik für die Fusionsbildung sowie (3.) Monitoringsysteme und die Entwicklung adäquater Strategien zur Applikationstechnik der Prothesen. Die international ausgewiesene Expertise von zwei akademischen Partnern der Universitäten Düsseldorf und Aachen, einem großindustriellen Partner und fünf nordrhein-westfälischen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in Kombination mit einzigartigen Innovationen in Anlagentechnik, Monitoringsystemen und Klappenprothesen kann den Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen in dem sozioökonomisch wichtigen Segment der kardiovaskulären Medizintechnik im neuen Feld der interventionellen Klappentherapie in Marktführerschaft bringen und für nachhaltig mehr Wachstum und Beschäftigung in diesem bedeutenden Zukunftsmarkt sorgen.

## Literatur

- ASAHARA, T., T. MUROHARA, A. SULLIVAN, M. SILVER, Z. R. VAN DER, T. LI, B. WITZENBICHLER, G. SCHATTEMAN und J. M. ISNER (1997). „Isolation of putative progenitor endothelial cells for angiogenesis“, *Science* 275, 964–967.
- BELTRAN, B., A. MATHUR, M. R. DUCHEN, J. D. ERUSALIMSKY und S. MONCADA (2000). „The effect of nitric oxide on cell respiration: A key to understanding its role in cell survival or death“, *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 97, 14602–14607.
- BROOKES, P. S., E. P. SALINAS, K. RLEY-USMAR, J. P. EISERICH, B. A. FREEMAN, V. M. RLEY-USMAR und P. G. ANDERSON (2000). „Concentration-dependent effects of nitric oxide on mitochondrial permeability transition and cytochrome c release“, *The Journal of Biological Chemistry* 275, 20474–20479.
- BRYAN, N. S., T. RASSAF, R. E. MALONEY, C. M. RODRIGUEZ, F. SAIJO, J. R. RODRIGUEZ und M. FEELISCH (2004). „Cellular targets and mechanisms of nitros(yl)ation: an insight into their nature and kinetics in vivo“, *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 101, 4308–4313.

- CASTELLO, P. R., P. S. DAVID, T. MCCLURE, Z. CROOK und R. O. POYTON (2006). „Mitochondrial cytochrome oxidase produces nitric oxide under hypoxic conditions: implications for oxygen sensing and hypoxic signaling in eukaryotes“, *Cell Metabolism* 3, 277–287.
- CLEETER, M. W., J. M. COOPER, V. M. RLEY-USMAR, S. MONCADA und A. H. SCHAPIRA (1994). „Reversible inhibition of cytochrome c oxidase, the terminal enzyme of the mitochondrial respiratory chain, by nitric oxide. Implications for neurodegenerative diseases“, *Federation of European Biochemical Society Letters* 345, 50–54.
- COBB, J. P., R. HOTCHKISS und P. E. SWANSON (1999). „Inducible nitric oxide synthase (iNOS) gene deficiency increases the mortality of sepsis in mice“, *Surgery* 126, 438–442.
- CONNELLY, L., M. MADHANI und A. J. HOBBS (2005). „Resistance to endotoxic shock in endothelial nitric-oxide synthase (eNOS) knock-out mice: a pro-inflammatory role for eNOS-derived no in vivo“, *The Journal of Biological Chemistry* 280, 10040–10046.
- COSBY, K., K. S. PARTOVI, J. H. CRAWFORD, R. P. PATEL, C. D. REITER, S. MARTYR, B. K. YANG, M. A. WACLAWIW, G. ZALOS, X. XU, K. T. HUANG, H. SHIELDS, D. B. KIM-SHAPIRO, A. N. SCHECHTER, R. O. CANNON III. und M. T. GLADWIN (2003). „Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation“, *Nature Medicine* 9, 1498–1505.
- DEJAM, A., C. J. HUNTER, M. M. PELLETIER, L. L. HSU, R. F. MACHADO, S. SHIVA, G. G. POWER, M. KELM, M. T. GLADWIN und A. N. SCHECHTER (2005). „Erythrocytes are the major intravascular storage sites of nitrite in human blood“, *Blood* 106, 734–739.
- DURANSKI, M. R., J. J. GREER, A. DEJAM, S. JAGANMOHAN, N. HOGG, W. LANGSTON, R. P. PATEL, S. F. YET, X. WANG, C. G. KEVIL, M. T. GLADWIN und D. J. LEFER (2005). „Cytoprotective effects of nitrite during in vivo ischemia-reperfusion of the heart and liver“, *Journal of Clinical Investigation* 115, 1232–1240.
- FEELISCH, M., T. RASSAF, S. MNAIMNEH, N. SINGH, N. S. BRYAN, D. JOURD'HEUIL und M. KELM (2002). „Concomitant S-, N-, and heme-nitros(yl)ation in biological tissues and fluids: implications for the fate of NO in vivo“, *Federation of American Society for Experimental Biology Journal* 16, 1775–1785.
- FLÖGEL, U., M. W. MERX, A. GÖDECKE, U. K. DECKING und J. SCHRADER (2001). „Myoglobin: A scavenger of bioactive NO“, *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 98, 735–740.
- FLÖGEL, U., A. GÖDECKE, L. O. KLOTZ und J. SCHRADER (2004). „Role of myoglobin in the antioxidant defense of the heart“, *Federation of American Society for Experimental Biology Journal* 18, 1156–1158.
- GLADWIN, M. T., J. R. LANCASTER JR., B. A. FREEMAN und A. N. SCHECHTER (2003). „Nitric oxide's reactions with hemoglobin: a view through the SNO-storm“, *Nature Medicine* 9, 496–500.
- GLADWIN, M. T., A. N. SCHECHTER, D. B. KIM-SHAPIRO, R. P. PATEL, N. HOGG, S. SHIVA, R. O. CANNON III., M. KELM, D. A. WINK, M. G. ESPEY, E. H. OLDFIELD, R. M. PLUTA, B. A. FREEMAN, J. R. LANCASTER JR., M. FEELISCH und J. O. LUNDBERG (2005). „The emerging biology of the nitrite anion“, *Nature Chemical Biology* 1, 308–314.
- GOLD, M. E., K. S. WOOD, R. E. BYRNS, G. M. BUGA und L. J. IGNARRO (1990). „L-arginine-dependent vascular smooth muscle relaxation and cGMP formation“, *American Journal of Physiology* 259, H1813–H1821.
- GRAU, M., U. B. HENDGEN-COTTA, P. BROUZOS, C. DREXHAGE, T. RASSAF, T. LAUER, A. DEJAM, M. KELM und P. KLEINBONGARD (2007). „Recent methodological advances in the analysis of nitrite in the human circulation: nitrite as a biochemical parameter of the L-arginine/NO pathway“, *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences* 851, 106–123.

- HEISS, C., A. DEJAM, P. KLEINBONGARD, T. SCHEWE, H. SIES und M. KELM (2003). „Vascular effects of cocoa rich in flavan-3-ols“, *The Journal of the American Medical Association* 290, 1030–1031.
- HEISS, C., S. KEYMEL, U. NIESLER, J. ZIEMANN, M. KELM und C. KALKA (2005). „Impaired progenitor cell activity in age-related endothelial dysfunction“, *Journal of the American College of Cardiology* 45, 1441–1448.
- HEISS, C., T. LAUER, A. DEJAM, P. KLEINBONGARD, S. HAMADA, T. RASSAF, S. MATERN, M. FEELISCH und M. KELM (2006). „Plasma nitroso compounds are decreased in patients with endothelial dysfunction“, *Journal of the American College of Cardiology* 47, 573–579.
- HEISS, C., D. FINIS, P. KLEINBONGARD, A. HOFFMANN, T. RASSAF, M. KELM und H. SIES (2007). „Sustained increase in flow-mediated dilation after daily intake of high-flavanol cocoa drink over 1 week“, *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 49, 74–80.
- HENDGEN-COTTA, U. B., M. W. MERX, S. SHIVA, J. SCHMITZ, S. BECHER, J. P. KLARE, H. J. STEINHOFF, A. GÖDECKE, J. SCHRADER, M. T. GLADWIN, M. KELM und T. RASSAF (2008). „Nitrite reductase activity of myoglobin regulates respiration and cellular viability in myocardial ischemia-reperfusion injury“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105, 10256–10261.
- HENDGEN-COTTA, U. B., M. KELM und T. RASSAF (submitted). „Nitrix oxide“.
- JIA, L., C. BONAVENTURA, J. BONAVENTURA und J. S. STAMLER (1996). „S-nitrosohaemoglobin: a dynamic activity of blood involved in vascular control“, *Nature* 380, 221–226.
- JONES, S. P., J. J. M. GREER, R. VAN HAPEREN, D. J. DUNCKER, R. DE CROM und D. J. LEFER (2003). „Endothelial nitric oxide synthase overexpression attenuates congestive heart failure in mice“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100, 4891–4896.
- KELLY, R.A., J. L. BALLIGAND und T. W. SMITH (1996). „Nitric oxide and cardiac function“, *Circulation Research* 79, 363–380.
- KELM, M. (1999). „Nitric oxide metabolism and breakdown“, *Biochimica et Biophysica Acta* 1411, 273–289.
- KLEINBONGARD, P., T. RASSAF, A. DEJAM, S. KERBER und M. KELM (2002). „Griess method for nitrite measurement of aqueous and protein-containing samples“, *Methods in Enzymology* 359, 158–168.
- KLEINBONGARD, P., R. SCHULZ, T. RASSAF, T. LAUER, A. DEJAM, T. JAX, I. KUMARA, P. GHARINI, S. KABANOVA, B. ÖZÜYAMAN, H. G. SCHNÜRCH, A. GÖDECKE, A. A. WEBER, M. ROBENEK, H. ROBENEK, W. BLOCH, P. RÖSEN und M. KELM (2006). „Red blood cells express a functional endothelial nitric oxide synthase“, *Blood* 107, 2943–2951.
- LAUER, T., C. HEISS, M. PREIK, J. BALZER, D. HAFNER, B. E. STRAUER und M. KELM (2005). „Reduction of peripheral flow reserve impairs endothelial function in conduit arteries of patients with essential hypertension“, *Journal of Hypertension* 23, 563–569.
- LIDINGTON, D., F. LI und K. TYML (2007). „Deletion of neuronal NOS prevents impaired vasodilation in septic mouse skeletal muscle“, *Cardiovascular Research* 74, 151–158.
- MERX, M. W. und C. WEBER (2007). „Sepsis and the Heart“, *Circulation* 116, 793–802.
- MONCADA, S. und A. HIGGS (1993). „The L-arginine-nitric oxide pathway“, *New England Journal of Medicine* 329, 2002–2012.
- NAGABABU, E., S. RAMASAMY, D. R. ABERNETHY und J. M. RIFKIND (2003). „Active nitric oxide produced in the red cell under hypoxic conditions by deoxyhemoglobin-mediated nitrite reduction“, *The Journal of Biological Chemistry* 278, 46349–46356.
- NATHAN, C. (2002). „Points of control in inflammation“, *Nature* 420, 846–852.
- NAVA, E., R. M. PALMER und S. MONCADA (1991). „Inhibition of nitric oxide synthesis in septic shock: how much is beneficial?“, *Lancet* 338, 1555–1557.

- OZUYAMAN, B., P. EBNER, U. NIESLER, J. ZIEMANN, P. KLEINBONGARD, T. JAX, A. GÖDECKE, M. KELM und C. KALKA (2005). „Nitric oxide differentially regulates proliferation and mobilization of endothelial progenitor cells but not of hematopoietic stem cells“, *Thrombosis and Haemostasis* 94, 770–772.
- PALMER, R. M., D. S. ASHTON und S. MONCADA (1988). „Vascular endothelial cells synthesize nitric oxide from L-arginine“, *Nature* 333, 664–666.
- RASSAF, T., P. KLEINBONGARD, M. PREIK, A. DEJAM, P. GHARINI, T. LAUER, J. ERCKENBRECHT, A. DUSCHIN, R. SCHULZ, G. HEUSCH, M. FEELISCH und M. KELM (2002). „Plasma nitrosothiols contribute to the systemic vasodilator effects of intravenously applied NO: experimental and clinical Study on the fate of NO in human blood“, *Circulation Research* 91, 470–477.
- RASSAF, T., N. S. BRYAN, R. E. MALONEY, V. SPECIAN, M. KELM, B. KALYANARAMAN, J. RODRIGUEZ und M. FEELISCH (2003). „NO adducts in mammalian red blood cells: too much or too little?“, *Nature Medicine* 9, 481–482.
- RASSAF, T., U. FLÖGEL, C. DREXHAGE, U. HENDGEN-COTTA, M. KELM und J. SCHRADER (2007). „Nitrite reductase function of deoxymyoglobin: oxygen sensor and regulator of cardiac energetics and function“, *Circulation Research* 100, 1749–1754.
- RODRIGUEZ, J., R. E. MALONEY, T. RASSAF, N. S. BRYAN und M. FEELISCH (2003). „Chemical nature of nitric oxide storage forms in rat vascular tissue“, *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 100, 336–341.
- SEARS, C. E., S. M. BRYANT, E. A. ASHLEY, C. A. LYGATE, S. RAKOVIC, H. L. WALLIS, D. NEUBAUER und B. CASADEI (2003). „Cardiac neuronal nitric oxide synthase isoforms regulates myocardial contraction and calcium handling“, *Circulation Research* 92, e52–e59.
- SHIVA, S., Z. HUANG, R. GRUBINA, J. SUN, L. A. RINGWOOD, P. H. MACARTHUR, X. XU, E. MURPHY, V. M. RLEY-USMAR und M. T. GLADWIN (2007). „Deoxymyoglobin is a nitrite reductase that generates nitric oxide and regulates mitochondrial respiration“, *Circulation Research* 100, 654–661.
- SPIEGELHALDER, B., G. EISENBRAND und R. PREUSSMANN (1976). „Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds“, *Food and Cosmetics Toxicology* 14, 545–548.
- TANNENBAUM, S. R., M. WEISMAN und D. FETT (1976). „The effect of nitrate intake on nitrite formation in human saliva“, *Food and Cosmetics Toxicology* 14, 549–552.
- TSUNEYOSHI, I., Y. KANMURA und N. YOSHIMURA (1996). „Nitric oxide as a mediator of reduced arterial responsiveness in septic patients“, *Critical Care Medicine* 24, 1083–1086.
- WALDMAN, S. A. und F. MURAD (1988). „Biochemical mechanisms underlying vascular smooth muscle relaxation: the guanylate cyclase-cyclic GMP system“, *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 12 Supplement 5, S115–S118.
- WEBB, A., R. BOND, P. MCLEAN, R. UPPAL, N. BENJAMIN und A. AHLUWALIA (2004). „Reduction of nitrite to nitric oxide during ischemia protects against myocardial ischemia-reperfusion damage“, *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA* 101, 13683–13688.
- YSART, G., P. MILLER, G. BARRETT, D. FARRINGTON, P. LAWRENCE und N. HARRISON (1999). „Dietary exposures to nitrate in the UK“, *Food Additives and Contaminants* 16, 521–532.
- ZWEIER, J. L., P. WANG, A. SAMOUILOV und P. KUPPUSAMY (1995). „Enzyme-independent formation of nitric oxide in biological tissues“, *Nature Medicine* 1, 804–809.



# JULIA SZENDRÖDI und MICHAEL RODEN

## Die Bedeutung der mitochondrialen Funktion für die Entstehung von Insulinresistenz und Typ-2-Diabetes

### Einleitung

In Deutschland sind bereits jetzt mehr als sechs Millionen Menschen von Diabetes mellitus betroffen, wobei die Zahl weiter zunimmt. Mit jährlichen Kosten von über 30 Milliarden € ist der Diabetes mellitus bereits der kostenintensivste Bereich des deutschen Gesundheitssystems. Neue epidemiologische Untersuchungen in Deutschland ergaben, dass darüber hinaus bei etwa zwei Millionen Menschen ein „Prädiabetes“, eine Vorstufe des manifesten Diabetes, vorliegt.

Der Typ-2-Diabetes (T2DM) stellt mit ungefähr 90 Prozent aller Diabetesfälle die weitaus häufigste Diabetesform dar. Zu den Risikofaktoren dieser Erkrankung zählen neben genetischen Faktoren vor allem Fettleibigkeit und Bewegungsarmut. Die Mehrzahl der Patienten erkrankt im Alter von 40 bis 60 Jahren, weswegen T2DM früher auch „Altersdiabetes“ genannt wurde. Mittlerweile wird jedoch T2DM immer häufiger auch im jüngeren Erwachsenenalter diagnostiziert. Ein charakteristisches Merkmal von Patienten mit T2DM und mit hohem Diabetesrisiko, Prädiabetes, ist die Insulinunterempfindlichkeit, die Insulinresistenz von Skelettmuskel, Leber und Fettgewebe. Diese führt im Muskel zu einer Herabsetzung des Einstroms von Glukose aus der Blutbahn,<sup>1</sup> in der Leber zu einer gesteigerten Freisetzung von Glukose durch Glykogenabbau und Glukoneogenese, im Fettgewebe zur verstärkten Lipolyse unter postprandialen Bedingungen sowie zur verminderten Speicherung von Glykogen in Muskel und Leber.<sup>2</sup> Dies bedingt einen Anstieg von Glukose und freien Fettsäuren (FFS) im Plasma, wobei Letzterer durch hyperkalorische Ernährung und Bewegungsarmut verstärkt wird. Andererseits determinieren genetische Faktoren sowie der Alterungsprozess das Ausmaß der Insulinresistenz. In der Folge werden zelluläre Mechanismen ausgelöst, die unter dem Begriff „Glukolipotoxizität“ zusammengefasst werden und zur Aktivierung systemischer und intrazellulärer Entzündungsmechanismen, Ausschüttung von Adipokinen (im Fettgewebe gebildete Hormone) sowie kompensatorischer Hypersekretion der Betazellen mit den Folgen Hyperinsulinämie und Betazellverlust führen (Abb. 1).

Die pathogenetischen Mechanismen und mögliche therapeutische Ansatzpunkte bei der Entstehung der Insulinresistenz in Muskel und Leber im Zusammenspiel genetischer und erworbener Faktoren sind noch nicht geklärt und stehen im Mittelpunkt unseres Forschungsvorhabens. In den letzten Jahren rückte die Funktion der Kraftwerke der Zellen, der Mitochondrien, als Drehscheibe des Energiestoffwechsels immer mehr in den Mittelpunkt des Interesses und der Modellvorstellungen von der Pathogenese von Insulinresistenz und Betazelluntergang.

---

<sup>1</sup> Vgl. Krebs *et al.* (2001) sowie Roden *et al.* (1999).

<sup>2</sup> Vgl. Roden und Shulman (1999).

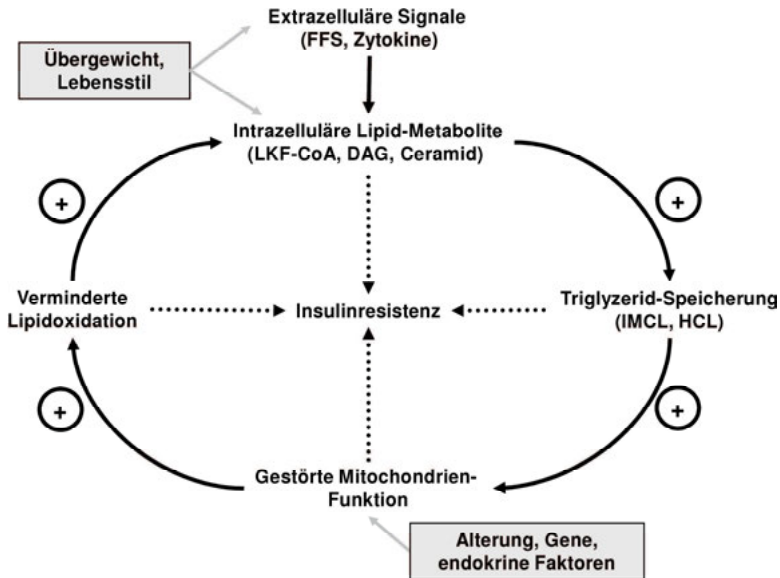


Abb. 1: Circulus vitiosus der Entwicklung der Insulinresistenz. Endokrine und metabolische Faktoren wie die erhöhte Verfügbarkeit freier Fettsäuren (FFS) und die Beeinträchtigung der Lipidoxidation führen zur Steigerung intramyozellulärer (IMCL) und intrahepatozellulärer Lipide (HCL) sowie intrazellulärer Lipidmetabolite wie langkettige Fettsäuren (LKF-CoA), Diacylglycerol (DAG) oder Ceramid. Diese Metaboliten, eine gestörte Mitochondrienfunktion und verminderte Lipidoxidation, genetische Faktoren und der Alterungsprozess treten in einen Kreislauf ein und fördern die Entwicklung der Insulinresistenz.

## Zentrale Mechanismen der Entwicklung von Insulinresistenz: Fette und Mitochondrien

Mitochondrien arbeiten als Kraftwerke der Zelle, die durch Substratoxidation Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) bereitstellen (oxidative Phosphorylierung). Sie spielen aber auch eine wichtige Rolle bei der Zellproliferation, beim Zelltod (Apoptose) und bei verschiedenen Signalübertragungswegen, indem sie die Produktion von Stickstoffoxid, reaktiven Sauerstoffradikalen (ROS) und die intrazelluläre Kalzium-Homöostase regulieren. Glukoseabbau (Glykolyse) und mitochondrialer Fettsäureabbau (Beta-Oxidation) münden in die Bereitstellung von Acetyl-CoA. Der Zitratzyklus ist eng mit den Enzymen der Atmungskette im Mitochondrium gekoppelt und dient dem Abbau von Acetyl-CoA in Kohlendioxid und Wasser. Die dabei freigesetzte Energie wird in einen Protonengradienten über eine im Inneren der Mitochondrien liegende Membran übertragen und in die Synthese von ATP, der zellulären Währung für Energie verbrauchende Prozesse, umgesetzt. Die Zahl der Mitochondrien pro Zelle, deren Funktionalität, Stimulierbarkeit und Aktivität bestimmen daher das Gleichgewicht zwischen Energiespeicherung und -verbrauch.

Ungesunder Lebensstil wie hyperkalorische, fettreiche Ernährung und Bewegungsarmut führen zu einer erhöhten Verfügbarkeit von FFS im Plasma. In der Folge wird über-



schüssiges Fett in Form von Triglyzeriden physiologisch im subkutanen und viszeralen Fettgewebe gespeichert (orthotope Lipidspeicherung). Darüber hinaus erfolgt die Triglyzeridablagerung aber auch in anderen Geweben wie Skelettmuskel und Leber (ektope Lipidspeicherung).<sup>3</sup> Insulinresistente Kohorten von Patienten mit T2DM oder Übergewicht<sup>4</sup> und schlanke Nachkommen von Patienten mit T2DM<sup>5</sup> weisen häufig erhöhte Konzentrationen von FFS im Plasma auf. Diese korrelieren auch in Gesunden negativ mit der Insulinsensitivität<sup>6</sup> und können die Entwicklung eines T2DM sogar vorhersagen.<sup>7</sup> FFS werden über Transportproteine in die Zelle aufgenommen (*fatty acid transport proteins*, FATPs). Erhöhte Spiegel intrazellulärer langkettiger FFS (LKF-Coenzym A) werden als Triglyzeride gespeichert und steigern die Konzentrationen von Fettsäuremetaboliten. Zusätzlich stimuliert Insulin die *De-novo*-Synthese von FFS und Triglyzeriden durch Aktivierung von *sterol regulatory element-binding protein 1c* (SREBP-1c) und *peroxisome proliferator-activated receptor*  $\gamma$  (PPAR  $\gamma$ ), Transkriptionsfaktoren für viele lipogenetische Enzyme wie *Azetyl-CoA carboxylase* und *fatty acid synthase*.<sup>8</sup> Da der Glukoseeinstrom in die Leber insulinunabhängig erfolgt und daher bei muskulärer Insulinresistenz weiter zunimmt, stimulieren hohe hepatozelluläre Glukosekonzentrationen zusätzlich die Lipogenese über die Aktivierung von *carbohydrate responsive element-binding protein* (ChREBP) und könnten gesteigerte Raten des Zitratzyklus fördern. *Azetyl-CoA carboxylase* bildet nun als ersten Schritt der FFS-Synthese reichlich Malonyl-CoA. Der Eintritt langkettiger FFS zum Abbau in den Mitochondrien wird wesentlich durch die *carnitine palmitoyl transferase I* (CPT-I) gesteuert, ein Enzym, das durch Malonyl-CoA inhibiert wird. Ein verminderter Transport von FFS in die Mitochondrien zum oxidativen Abbau (Beta-Oxidation) würde zu einer weiteren Anhäufung von Fettsäuremetaboliten führen. Andererseits gibt es Hinweise aus Tierversuchen, dass bei normaler Mitochondrienfunktion ein erhöhter intrazellulärer Spiegel von FFS die mitochondriale Lipidoxidation steigert. Daraus folgt eine Überproduktion von ROS und Lipidperoxiden, die über längere Zeit eine Schädigung mitochondrialer Proteine und der mitochondrialen DNA induzieren und den koordinierten Abbau von Lipiden durch Beta-Oxidation und Zitratzyklus beeinträchtigen könnten.<sup>9</sup> Eine Reduktion der oxidativen Kapazität (mitochondriale Dysfunktion) könnte so bei erhöhter Verfügbarkeit von Lipiden einen pathogenetischen Kreislauf bilden, woraus eine weitere Zunahme der Insulinresistenz resultiert (Abb. 1, 2). Denn Metaboliten des Lipidstoffwechsels, wie zum Beispiel LKF-CoA, DAG und Ceramide, hemmen über die Aktivierung von Entzündungsmediatoren die Insulinkaskade und führen zu Insulinresistenz in Muskel und Leber.<sup>10</sup>

Der Skelettmuskel ist hauptverantwortlich für den Gesamtenergieverbrauch des Körpers und für zumindest 80 Prozent der insulinstimulierten Glukoseaufnahme. Muskel und Leber sind die Hauptzielorgane von Insulin und weisen bei insulinresistenten Personen erhöhte Speicher von Triglyzeriden auf (IMCL und HCL). Daher haben rezente Studien

<sup>3</sup> Vgl. Szendroedi und Roden (2009).

<sup>4</sup> Vgl. DeFronzo *et al.* (1992) sowie Rebrin *et al.* (1996).

<sup>5</sup> Vgl. Perseghin *et al.* (1999).

<sup>6</sup> Vgl. Baldeweg *et al.* (2000).

<sup>7</sup> Vgl. Paolisso *et al.* (1995).

<sup>8</sup> Vgl. Shimomura *et al.* (1999) sowie Matsusue *et al.* (2003).

<sup>9</sup> Vgl. Koves *et al.* (2008).

<sup>10</sup> Vgl. Petersen und Shulman (2006).

aus unserer Arbeitsgruppe den Zusammenhang zwischen Insulinresistenz, mitochondrialer Funktion und Lipidspeicherung als Marker einer Dysregulation des Energiehaushaltes in Muskel und Leber in verschiedenen Studienpopulationen mit erhöhtem Risiko für Diabetes oder manifesten T2DM zum Thema.

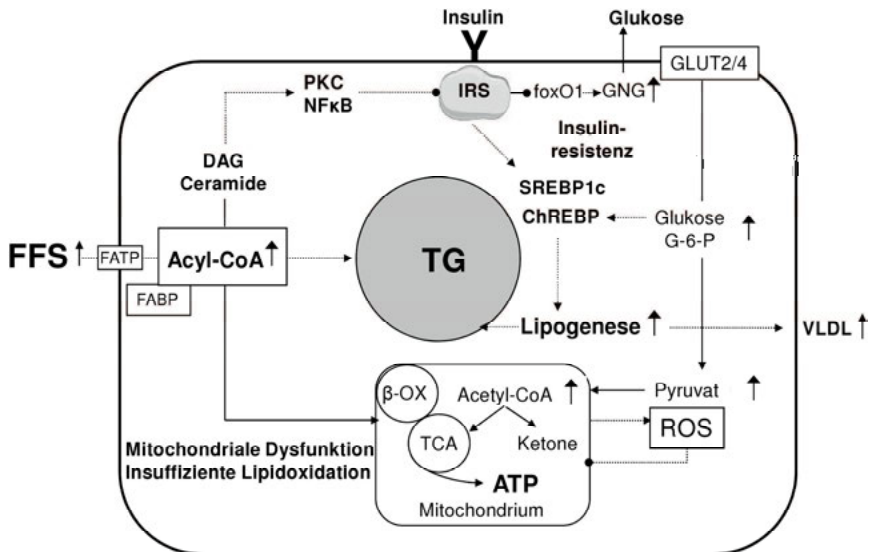


Abb. 2: Interaktionen zwischen Lipiden, Insulinwirkung und Mitochondrienfunktion in Muskel und Leber. Beta-Oxidation ( $\beta$ -ox), *carbohydrate responsive element-binding protein* (ChREBP), Diacylglycerol (DAG), *fatty acid transport protein* (FATP), freie Fettsäuren (FFS), Glukose-6-phosphat (G-6-P), Glukoneogenese (GNG), *nuclear factor  $\kappa$ B* (NF- $\kappa$ B), *protein kinase C* (PKC), *sterol regulatory element-binding protein 1c* (SREBP-1c); Citratzyklus: *tricarboxic acid cycle* (TCA), reaktive Sauerstoffspezies (ROS), *very low density lipoproteins* (VLDL).

## Methoden zur Untersuchung der Mitochondrienfunktion

Konventionelle *In-vivo*-Methoden bedienen sich der Annahme, dass der Gesamtkörper-Sauerstoffverbrauch ein indirektes Maß für die Mitochondrienaktivität ist. So kann beispielsweise der Sauerstoffumsatz mittels indirekter Kalorimetrie in Ruhe und mittels Spiroergometrie unter Belastung erfasst werden. Die Sauerstoffausschöpfung im Muskel kann invasiv anhand der arteriovenösen Differenz von Sauerstoffpartialdruck und -sättigung oder auch nicht-invasiv mittels *near-infrared spectroscopy* vor und nach Kraftanstrengung gemessen werden, um die Kapazität der Mitochondrien bei erhöhtem Sauerstoffbedarf abzuschätzen. Mit Hilfe der Positronenemissionstomografie werden durch Gabe von Tracern Glukose- und Sauerstoffaufnahme dargestellt.<sup>11</sup> Limitierende Faktoren wie die Abhängigkeit der Messgrößen von der Motivierbarkeit der Probanden, der kardiorespiratorischen Kapazität sowie von Modellannahmen limitieren die Aussagekraft dieser Methoden. Die

<sup>11</sup> Vgl. Szendroedi und Roden (2008).

Analyse der Morphologie und Funktion von Mitochondrien aus Gewebeproben ermöglicht die Bestimmung des Mitochondriengehaltes und die direkte Messung der einzelnen Enzymaktivitäten.

Dennoch bringt die *Ex-vivo*-Analyse, abgesehen von der Invasivität, Nachteile mit sich. Die Sensitivität der biochemischen Analysen ist beschränkt, so dass derzeit nur Enzymaktivitäten bei Substratüberschuss gemessen werden können und subtile kinetische Analysen nicht möglich sind. Durch die Notwendigkeit der Gewebentnahme beschränken sich diese Techniken weitestgehend auf Analysen der muskulären Mitochondrien und erschweren die Darstellung von Änderungen der Mitochondrienaktivität im Zeitverlauf. So reflektieren maximale Enzymaktivitäten nicht metabolische Flussraten, die unter physiologischen Bedingungen *in vivo* stattfinden, sondern beschreiben die maximale Kapazität einer Bandbreite der Anpassungsfähigkeit an einen steigenden Substratfluss, nicht jedoch die metabolische Flexibilität. Und schließlich entfernt die Isolation der Mitochondrien diese aus dem physiologischen zellulären Netzwerk. Dies kann nur durch die Untersuchung von permeabilisierten Gewebeproben umgangen werden.

### ***In-vivo*-Magnetresonanzspektroskopie**

Die Magnetresonanzspektroskopie (MRS) erlaubt die nicht-invasive exakte Bestimmung von intrazellulären Konzentrationen von natürlichen Metaboliten in verschiedenen Geweben des Menschen. MRS ermöglicht die Quantifizierung von intrazellulären Lipiden ( $^1\text{H}$ -MRS),<sup>12</sup> Phosphormetaboliten ( $^{31}\text{P}$ -MRS) wie zum Beispiel anorganischem Phosphat, Phosphodiester, Glukose-6-Phosphat (G6P), ATP und von Glykogen ( $^{13}\text{C}$ -MRS).<sup>13</sup> Die Glykogenspeicherung in der Leber und im Muskel kann im Zeitverlauf während der Verabreichung von Glukose und Insulin oder auch nach der Einnahme eines Testmahls mit oder ohne Anreicherung durch  $^{13}\text{C}$  gemessen werden. Der Transport und die Phosphorylierung von Glukose im Muskel werden durch Messung von G6P vor und nach Stimulation durch Glukose und Insulin ermittelt.<sup>14</sup> Diese Bestimmungen sind durch Anlage von Oberflächenspulen auf verschiedene Organsysteme anwendbar (Kopfspule, Herzspule, Oberflächenspule für Leber und Muskel) und ermöglichen die individuell adjustierbare Lokalisation bestimmter anatomischer Strukturen (zum Beispiel m.tibialis ant. oder m.soleus). Mit Hilfe dieser Technologien wurden bereits Meilensteine in der Aufdeckung der Pathophysiologie des Diabetes gesetzt.

Die Anwendung spezieller Techniken erlaubt darüber hinaus die Messung von Metabolitenfluxen. So kann mit Hilfe des Saturationstransfers die Austauschrate zwischen anorganischem Phosphat und ATP im Muskel gemessen werden (Abb. 3).<sup>15</sup> Daraus lässt sich der Flux durch die ATP-Synthase errechnen, die als Maß der Mitochondrienfunktion dient. Die ATP-Syntheserate entspricht der Nettoflussrate durch die ATP-Synthase, ergibt sich aus dem Gleichgewicht zwischen Substratoxidation (oxidative Phosphorylierung) und dem vorherrschenden Energiebedarf der Zelle und reflektiert daher direkt die ATP-Produktion im Gleichgewicht der vorherrschenden metabolischen Bedingungen.

---

<sup>12</sup> Vgl. Krssak *et al.* (1999).

<sup>13</sup> Vgl. Roden und Shulman (1999).

<sup>14</sup> Vgl. Rothman *et al.* (1995).

<sup>15</sup> Vgl. Jucker *et al.* (1997).

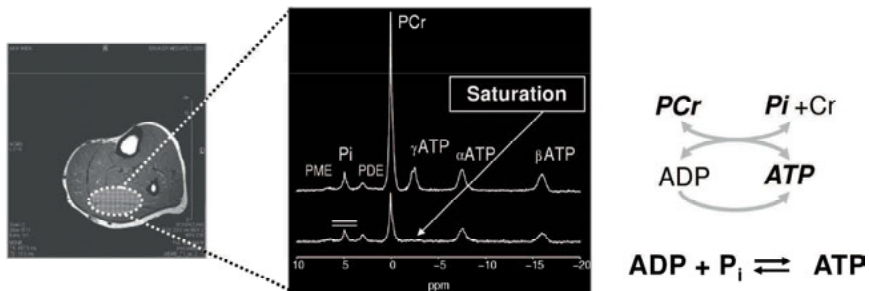


Abb. 3: Die Bestimmung der ATP-Produktion im Muskel. Axiales  $^1\text{H}$ MRS-Bild des humanen Unterschenkels mit Phosphorspektren des m. soleus während der Anwendung der Sättigungstransfer-technik. Aus der Austauschrate zwischen anorganischem Phosphat ( $\text{P}_i$ ) und ATP wird der ATP-Synthaseflux berechnet.

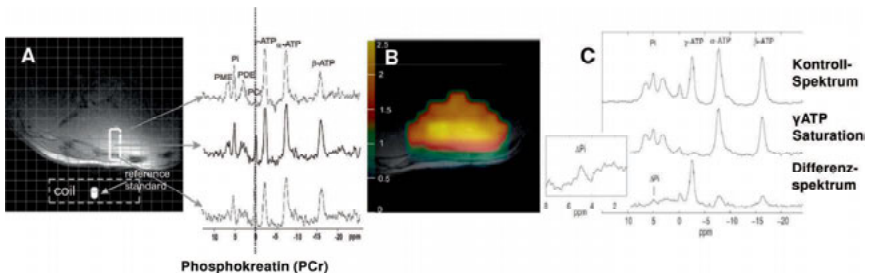


Abb. 4: Die Bestimmung der ATP-Produktion in der Leber. **A:** Axiales  $^1\text{H}$ MRS-Bild der humanen Leber mit Referenzstandard bekannter Konzentration von  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  zur Absolutquantifizierung von Phosphormetaboliten. Rechts davon sind drei ausgewählte Phosphorspektren aus den angezeigten Bereichen dargestellt. Das Fehlen des Phosphokreatinsignals beweist, dass das oberste Spektrum ausschließlich aus Lebergewebe stammt, während die unteren beiden Spektren zum Teil Muskelgewebe enthalten. **B:** Dieses  $^1\text{H}$ MRS-Bild der Leber zeigt ein ausgewähltes Volumen (rot umrandet) zur Bestimmung der  $\gamma\text{ATP}$ -Konzentration. **C:** Phosphorspektren während eines Sättigungstransferexperimentes. Oben: Kontrollspektrum mit an der Frequenz des anorganischen Phosphates ( $\text{P}_i$ ) gespiegelter Sättigung; Mitte: selektive Sättigung von  $\gamma\text{ATP}$ ; unten: Differenzspektrum zur Kalkulation der Austauschrate mit daraus resultierender Reduktion des  $\text{P}_i$ -Signals vergrößert im Insert. Unidirektionale Raten der ATP-Synthese werden so aus der Austauschrate zwischen  $\gamma\text{ATP}$  und  $\text{P}_i$  berechnet.

Unsere Arbeitsgruppe entwickelte kürzlich neue Techniken zur nicht-invasiven Bestimmung des Energiestoffwechsels der Leber. Dies wurde durch kombinierte Anwendung der Sättigungstransfermethode und Absolutquantifizierung mit metabolischem Mapping der intrahepatischen phosphorhaltigen Metabolite mittels  $^{31}\text{P}$ -MRS erreicht (Abb. 4).

In der Untersuchung des Intermediärstoffwechsels und zellulärer Mechanismen der Insulinwirkung kombinierten wir die Anwendung der MRS mit der Verabreichung stabiler Isotope sowie mit invasiven Techniken (Gewebebiopsie, Mikrodialyse). Mit Hilfe von Isotopenverdünnungstechniken können Ganzkörperflussraten wie zum Beispiel die endogene Glukoseproduktion der Leber als Maß der hepatischen Insulinresistenz gemessen werden. Die Studien dienen der exakten metabolischen Phänotypisierung und so dem besseren

Verständnis der physiologischen Regulation des Glukose- und Lipidstoffwechsels, der Pathophysiologie des Diabetes mellitus und der Rolle des Energiestoffwechsels (Mitochondrienfunktion) des Menschen.

## Mitochondrienfunktionsstörung und Insulinresistenz im Muskel

### Modell: Fettinduzierte Insulinresistenz

Das für die Insulinresistenz primär verantwortliche Gewebe ist in Gegenwart hoher Insulinkonzentrationen der Skelettmuskel. Nach einer Hypothese führt diese Störung sekundär zur Insulinresistenz der Leber und Entwicklung einer atherogenen Dyslipidämie.<sup>16</sup> Dies wird durch eine Umverteilung zugeführter Kohlenhydrate vom insulinresistenten Muskel, der weniger Glukose aufnimmt, in die Leber erklärt. Eine Reihe inflammatorischer Kinasen wie *IKK-kinase-β* (IKK-β), *jun-kinase-1* (JNK-1) und *suppressor-of-cytokine-signalling-3-protein* (SOCS-3) führen über Serinphosphorylierung zur Hemmung von *insulin receptor substrate-1* (IRS-1) und damit zur direkten Beeinträchtigung der Aufnahme und/oder Phosphorylierung von Glukose.<sup>17</sup> Roden *et al.* zeigten als Erste, dass eine Erhöhung der Plasma-FFS-Konzentration bei gesunden jungen insulinresistenten Menschen Insulinresistenz durch Hemmung der Aufnahme und/oder Phosphorylierung von Glukose hervorgerufen wird.<sup>18</sup> Frühere Annahmen gingen davon aus, dass FFS den insulinstimulierten Glukosetransport in den Muskel durch Konkurrenz von Lipid- und Glukoseoxidation und damit letztlich durch eine Anhäufung von G6P im Muskel hemmt (Randle-Mechanismus). Um diese These zu überprüfen, wurde mittels <sup>31</sup>P-MRS der G6P- und Glykogengehalt im Muskel in gesunden jungen Männern vor und während der Verabreichung von Insulin und Glukose unter Kontrollbedingungen sowie während der Infusion einer lipidreichen Lösung gemessen. Durch Verabreichung einer kontinuierlichen Insulininfusion bei individuell an den aktuellen Blutzucker angepasster Glukoseinfusion wurde die Glukoseaufnahme des Gesamtkörpers als Maß der Insulinsensitivität bestimmt. Diese Technik gilt als Goldstandard der Bestimmung der Ganzkörper-Insulinsensitivität und wird als hyperinsulinämisch-euglykämischer Clamp-Test bezeichnet. Nach drei Stunden wurde durch die Erhöhung der Plasma-FFS-Konzentration die Glukoseaufnahme in den Muskel kontinuierlich bis auf etwa 50 Prozent reduziert. Die Steigerung der Lipidoxidation führte entsprechend des Randle-Mechanismus zu einer Abnahme der Glukoseoxidation, jedoch ging diesem Phänomen ein Abfall der G6P-Konzentration voraus. Darüber hinaus konnte eine Hemmung der Glykogenspeicherung im Muskel beobachtet werden. Diese Studie zeigte, dass durch den Einstrom von FFS in die Muskelzelle der Glukosetransport und/oder die Phosphorylierung von Glukose zu G6P direkt gehemmt wird und nicht – wie zuvor angenommen – auf eine Verminderung der Glukoseoxidation zurückzuführen ist, die naturgemäß mit einer Steigerung des intramyozellulären G6P-Gehaltes verbunden wäre.<sup>19</sup> Die Rolle der Mitochondrienfunktion bei der lipidinduzierten Insulinresistenz wurde in einer weiteren Studie aus unserer Arbeitsgruppe untersucht.<sup>20</sup> Zunächst wurden unter ba-

<sup>16</sup> Vgl. Roden (2006) sowie Petersen *et al.* (2007).

<sup>17</sup> Vgl. Roden (2005).

<sup>18</sup> Vgl. Roden *et al.* (1996).

<sup>19</sup> Vgl. Roden *et al.* (1996).

<sup>20</sup> Vgl. Brehm *et al.* (2006).

salen Bedingungen G6P, IMCL und die ATP-Syntheserate bestimmt. Dann wurde unter Blockierung der körpereigenen Insulinausschüttung (mittels Somatostatin) eine niedrigdosierte Insulininfusion verabreicht, um für drei Stunden standardisierte Fastenbedingungen (basale Bedingungen) herzustellen. Im Anschluss daran wurde für weitere drei Stunden ein hyperinsulinämisch-euglykämischer Clamp durchgeführt, bei dem die Plasmainsulinkonzentrationen jenen nach Einnahme einer Mahlzeit entsprachen (postprandiale Bedingungen). Die Messung von G6P, IMCL und ATP-Syntheserate wurde jeweils wiederholt und gleichzeitig die Gesamtkörper-Glukoseaufnahme verfolgt. Die gleiche Versuchsanordnung wurde unter Verabreichung einer lipidreichen Infusion an einem anderen Tag wiederholt. Es zeigte sich, dass gesunde Probanden bereits innerhalb der ersten drei Stunden durch Erhöhung der FFS-Konzentrationen im Plasma weniger Glukose aufnahmen, während die ATP-Produktion als Maß der Mitochondrienaktivität unverändert blieb. Unter Kontrollbedingungen stieg die ATP-Syntheserate in der darauffolgenden Periode hoher Plasmakonzentrationen von Insulin um 60 Prozent an, während diese unter Lipidinfusion um 24 Prozent geringer war (Abb. 6) und nicht anstieg. Gleichzeitig waren die Insulinsensitivität um 46 Prozent und der Glukosetransport um 70 Prozent niedriger. Somit konnte gezeigt werden, dass eine erhöhte Plasma-FFS zunächst die Insulinsensitivität des Glukosetransportes und in weiterer Folge auch die Stimulation der mitochondrialen Aktivität durch Insulin drastisch herabsetzt. Der IMCL-Gehalt war unter allen Bedingungen unverändert und scheint somit eher als Marker eines langfristigen Ungleichgewichtes zwischen Zufuhr und Abbau von Lipiden zu dienen. Dies entspricht der Beobachtung, das IMCL nur bei untrainierten insulinresistenten Personen erhöht sind, bei denen ein solches Ungleichgewicht vorliegt.<sup>21</sup> In diesem experimentellen Modell scheint die oxidative Kapazität der Mitochondrien selbst bei insulin sensitiven Menschen nicht auszureichen, um den Lipidüberfluss zu metabolisieren. Interessanterweise nahm die ATP-Produktion trotz gesteigerter Verfügbarkeit von energiereichen Substraten sogar ab.

### **Modell: Typ-2-Diabetes mellitus**

In früheren Studien wurden muskuläre Mitochondrien von Patienten mit T2DM mittels Biopsie gewonnen und zeigten, dass T2DM mit einer Veränderung der Morphologie und einer geringeren Stimulierbarkeit der mitochondrialen ATP-Produktion bei Insulinexposition über acht Stunden assoziiert ist.<sup>22</sup> Um den Zusammenhang zwischen Mitochondrienfunktion, Insulinsensitivität und ektopter Lipidspeicherung *in vivo* mit Hilfe der  $^1\text{H}/^{31}\text{P}$ -MRS bei manifestem T2DM zu untersuchen, rekrutierten wir Patienten mit guter glukosemetabolischer Kontrolle, ohne Adipositas oder Hyperlipidämie, um den Einfluss der Glukolipotoxizität auszuschließen.<sup>23</sup> Wir verglichen sie mit einer Gruppe alters- und BMI-gleicher sowie mit einer Gruppe von jungen schlanken Gesunden ohne Familienanamnese für T2DM. Alle Studienteilnehmer hatten eine vergleichbare körperliche Aktivität und betrieben keinen Sport. Wir bestimmten die basale ATP-Synthese (Fastenbedingungen), die insulinstimulierte ATP-Synthese, den Glukosetransport, die Insulinsensitivität und die ektopte Lipidspeicherung in Muskel und Leber. Die Insulinsensitivität der älteren und jün-

<sup>21</sup> Vgl. Anderwald *et al.* (2002), Perseghin *et al.* (2003) sowie Kautzky-Willer *et al.* (2003).

<sup>22</sup> Vgl. Stump *et al.* (2003) sowie Kelley *et al.* (2002).

<sup>23</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2007).

geren Kontrollgruppe war um 54 beziehungsweise 126 Prozent höher als in der Gruppe der Patienten mit T2DM (Abb. 6). Die ATP-Produktion unter Fastenbedingungen war bei Patienten mit T2DM um 27 Prozent geringer als jene der jungen gesunden Gruppen, während sie sich nicht von der alters- und gewichtsgleichen Gruppe unterschied. Es zeigte sich jedoch ein Defekt der Insulinstimulierbarkeit der Mitochondrienfunktion: Während die ATP-Produktion in beiden Kontrollgruppen deutlich anstieg, blieb sie in der Gruppe der Patienten mit T2DM unverändert. Die Ergebnisse waren mit jenen der Untersuchung der lipidinduzierten Insulinresistenz bei Gesunden vergleichbar. Die Steigerung der ATP-Produktion durch Insulin korrelierte positiv mit der Insulinsensitivität und negativ mit den FFS-Plasmakonzentrationen. Innerhalb der Gruppe der Patienten mit T2DM korrelierte die ATP-Produktion negativ mit der Körperfettmasse und positiv mit der körperlichen Aktivität (Abb. 5). In einem weiteren Experiment an einer Subgruppe von Patienten mit T2DM wurde durch erhöhte Glukoseinfusionsraten (hyperglykämisch-hyperinsulinämischer Clamp) eine Steigerung des muskulären Glukoseeinstroms, der Glukosephosphorylierung sowie der Gesamtkörperglukoseaufnahme erzielt, wobei die Insulinstimulation der ATP-Produktion im Muskel der Patienten mit T2DM beeinträchtigt blieb. Somit ist die Insulinresistenz der Mitochondrien unabhängig von der tatsächlichen intramyozellulären Glukosekonzentration. Auch in dieser Studie blieben IMCL unabhängig von Insulinsensitivität und Mitochondrienaktivität unverändert und sind daher bei metabolisch gut kontrollierten Patienten mit T2DM ohne pathophysiologische Bedeutung. Allerdings wiesen diese Patienten eine für insulinresistente Gruppen typische starke Erhöhung der ektopen Fettspeicherung in der Leber auf, die einer Fettleber (Steatose) entspricht.

### **Modell: Vererbte Insulinresistenz bei Nachkommen von Patienten mit Typ-2-Diabetes**

Bislang ist ungeklärt, ob die Beeinträchtigung der Mitochondrienfunktion bei T2DM einen primären Defekt darstellt, infolge des ungesunden Lebensstils entsteht oder sich im Sinne einer Insulinresistenz der Mitochondrien entwickelt. Es wurde gezeigt, dass glukosetolerante stark insulinresistente Nachkommen von Patienten mit T2DM neben einer Reduktion der ATP-Produktion um 30 Prozent und einer Beeinträchtigung der Stimulierbarkeit der Mitochondrien durch Insulin im Vergleich zu Gesunden ohne Familienanamnese für T2DM etwa auf das Doppelte erhöhte IMCL haben.<sup>26</sup> Die Autoren schlossen daraus, dass die mitochondriale Dysfunktion ein angeborener Defekt bei Menschen mit erhöhtem Diabetesrisiko ist, der zur Akkumulation von IMCL und in weiterer Folge zu lipidinduzierter Insulinresistenz führt. Um diese Hypothese zu prüfen, untersuchten wir insulin-sensitive glukosetolerante Verwandte ersten Grades von Patienten mit T2DM im Alter von 35 bis 45 Jahren vor und nach definiertem Training.<sup>27</sup> Wir fanden in dieser insulin-sensitiven Gruppe weder eine Reduktion der Mitochondrienfunktion noch eine Steigerung der IMCL (Abb. 6). Nach einwöchigem Training stieg in der Gruppe der Nachkommen von T2DM die Insulinsensitivität ebenso an wie in der alters- und körperrgewichtsgleichen Kontrollgruppe. Dahingegen nahm die ATP-Synthese nur in der Gruppe ohne Familienanamnese für T2DM um 20 Prozent zu, während die Verwandten keinen Anstieg zeigten. Erst eine

<sup>26</sup> Vgl. Petersen *et al.* (2004), Petersen *et al.* (2005) sowie Petersen *et al.* (2003).

<sup>27</sup> Vgl. Kacerovsky-Bielez *et al.* (2009).

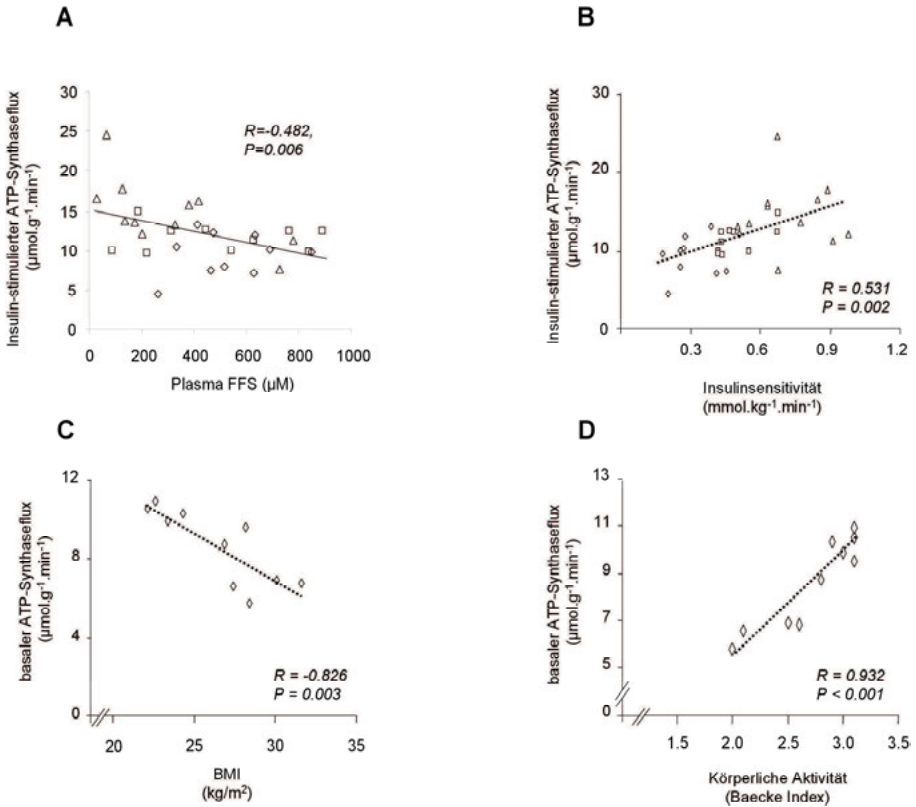


Abb. 5: Beziehung von muskulären ATP-Syntheseraten mit Plasmafettsäuren, Insulinsensitivität, Körpermasse und körperlicher Aktivität. Die insulinstimulierte ATP-Syntheserate korrelierte negativ mit den Plasmakonzentrationen freier Fettsäuren (FFS) (A) und positiv mit der Insulinsensitivität (B) in einer Gruppe von Patienten mit T2DM (Rauten), alters- und BMI-gleichen (Quadrate) und jungen Gesunden (Dreiecke). Innerhalb der Gruppe der T2DM korrelierte die basale ATP-Synthese negativ mit dem BMI (C) und positiv mit der körperlichen Aktivität (D).<sup>25</sup>

Subgruppenanalyse zeigte, dass die Ansprechrate auf das Training in der Gruppe der Verwandten von Patienten mit T2DM heterogen ist. Jene Verwandten, die auf das Training mit Verbesserung der ATP-Synthese ansprachen (Responder), wiesen eine Genvariante (*single nucleotide polymorphism*) eines Proteins der mitochondrialen Atmungskette auf, die sowohl mit der Zunahme der Mitochondrienfunktion als auch mit dem Anstieg der Insulinsensitivität nach Training positiv assoziiert ist. Daher demaskiert gezieltes kurzfristiges Training eine genetische Suszeptibilität für das Ansprechen auf körperliche Aktivität bei noch gesunden Verwandten von T2DM.<sup>28</sup> Adaptive Fähigkeiten („mitochondriale Fitness“) könnten so eine entscheidende Rolle spielen, ob und gegebenenfalls wann bei ungesundem Lebensstil oder bei erhöhtem Risiko für die Entwicklung eines T2DM eine

<sup>28</sup> Vgl. Kacerovsky-Bielez *et al.* (2009).



gestörte Glukosetoleranz manifest wird und wie effektiv eine Lebensstilmaßnahme zur Verbesserung der Insulinsensitivität ist.<sup>29</sup>

### **Modell: Vererbte mitochondriale Störung bei Mitochondriopathien**

Um die Auswirkung eines gesichert primären Mitochondriendefekts auf ektope Lipidspeicherung und Insulinsensitivität zu prüfen, untersuchten wir eine Patientin, die auf Basis einer Genmutation eines mitochondrialen Proteins das MELAS-Syndrom (mitochondriale Enzephalomyopathie, Laktatazidose, Schlaganfall) entwickelt hatte.<sup>30</sup> Mitochondriale Erkrankungen führen häufig zu Diabetes, die meist auf einen Defekt der Mitochondrien der pankreatischen Betazellen und folglich eine gestörte Insulinsekretion zurückgeführt wird. Im Vergleich zu einer Gruppe gesunder Kontrollpersonen zeigte diese Patientin neben der zu erwartenden Herabsetzung der basalen und insulinstimulierten ATP-Syntheserate (Abb. 6) eine deutliche Reduktion der Insulinsensitivität von Muskel und Leber, die einherging mit einer Steigerung der Lipidspeicherung in der Leber, nicht jedoch im Muskel. Diese Untersuchung zeigte, dass zur Entstehung von mitochondrialem Diabetes nicht nur eine Störung der Betazellfunktion, sondern auch eine mitochondrial bedingte Insulinresistenz der Muskulatur beitragen kann.

### **Modell: Endokrine Störung der Mitochondrienfunktion**

Auch endokrine Faktoren können die Insulinsensitivität beeinflussen. Beispielsweise kann eine überschießende Ausschüttung von Wachstumshormon die Insulinsensitivität reduzieren; daher haben Patienten mit Wachstumshormon produzierendem Tumor (Akromegalie) ein erhöhtes Diabetesrisiko. Wir fanden, dass Patienten selbst nach erfolgreicher Therapie einer Akromegalie mit normalem Wachstumshormonspiegel über Jahre eine Reduktion der Mitochondrienfunktion um 25 Prozent zeigten (Abb. 6).<sup>31</sup> Bei normaler Insulinsensitivität zeigten diese Patienten darüber hinaus eine Beeinträchtigung der Betazellfunktion und etwa dreifach erhöhte HCL, während IMCL vergleichbar waren. Demzufolge könnte eine lang persistierende hormonell induzierte Insulinresistenz die Funktion von Betazellen und von muskulären Mitochondrien nachhaltig beeinträchtigen.

Die Mitochondrienfunktion könnte somit durch Insulinresistenz<sup>32</sup> und erworbene Faktoren wie Glukolipotoxizität<sup>33</sup> herbeigeführt werden. Eine Beeinträchtigung der oxidativen Kapazität (mitochondriale Dysfunktion) kann andererseits die Entwicklung einer Insulinresistenz fördern<sup>34</sup> oder die Auswirkung eines ungesunden Lebensstils auf die Insulinsensitivität determinieren<sup>35</sup> und so bei erhöhter Verfügbarkeit von Lipiden aus gesteigerter Lipolyse und energiereicher Diät einen pathogenetischen Kreislauf bilden, wodurch es zur weiteren Reduktion der Insulinsensitivität kommt (Abb. 1).<sup>36</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Szendroedi und Roden (2008).

<sup>30</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2009a).

<sup>31</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2008).

<sup>32</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2008).

<sup>33</sup> Vgl. Brehm *et al.* (2006).

<sup>34</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2009a).

<sup>35</sup> Vgl. Kacerovsky-Bielez *et al.* (2009).

<sup>36</sup> Vgl. Szendroedi und Roden (2008) sowie Szendroedi *et al.* (2007).

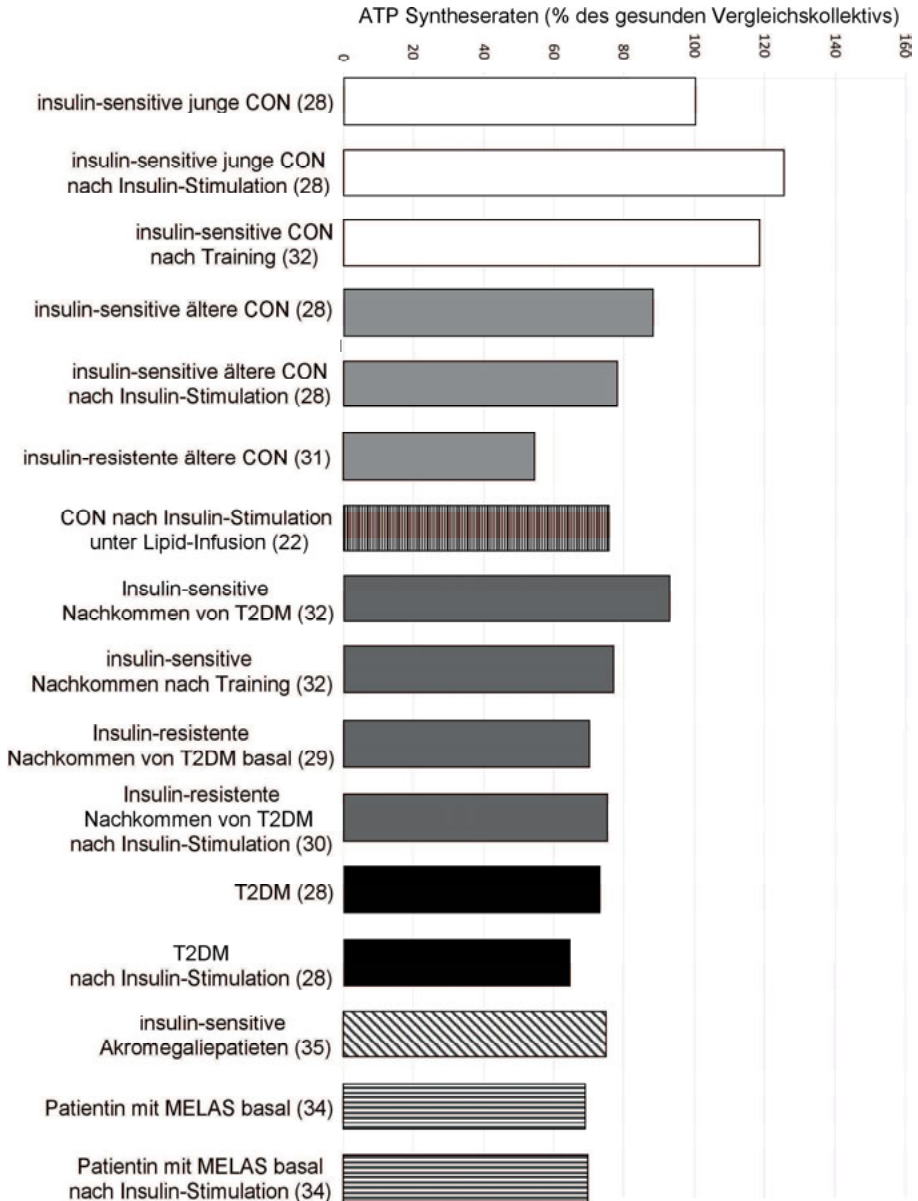


Abb. 6: Muskuläre ATP-Syntheseraten in Patienten im Vergleich zu Gesunden. Die ATP-Syntheseraten sind als Prozentsatz der jeweiligen Vergleichsgruppe abgebildet. Referenzen: (22) = Brehm *et al.* (2006); (28) = Szendroedi *et al.* (2007); (29) = Petersen *et al.* (2004); (30) = Petersen *et al.* (2005); (31) = Petersen *et al.* (2003); (32) = Kacerovsky-Bielez *et al.* (2009); (34) = Szendroedi *et al.* (2009a); (35) = Szendroedi *et al.* (2008).

## Mitochondrienfunktionsstörung und Insulinresistenz in der Leber

Die hepatische Steatose (*non-alcoholic liver*, NAFL) bezeichnet die übermäßige (mehr als 5,5 Prozent) Ablagerung von Fett in der Leber von Personen, die weniger als 20 g Alkohol pro Tag zu sich nehmen. Steatose findet sich bei mehr als 70 Prozent der Übergewichtigen und Patienten mit T2DM und bei 55 Prozent der übergewichtigen Kinder, während die Normalbevölkerung eine Prävalenz von circa 15 Prozent aufweist.<sup>37</sup> Der HCL-Gehalt korreliert mit der hepatischen Insulinresistenz – einer gestörten Hemmung der endogenen Glukoseproduktion aus der Leber (EGP) durch Insulin.<sup>38</sup> Bei zehn bis 20 Prozent der Fälle von NAFL ist eine Progression zur Steatohepatitis zu beobachten.<sup>39</sup> Bei der Entwicklung einer Steatohepatitis sind Insulinresistenz, gestörter Fettstoffwechsel, mitochondriale Dysfunktion, oxidativer Stress und eine Dysregulation der Produktion von Adipokinen die Schlüsselfaktoren. Ob bereits die hepatische Steatose mit einer Funktionsstörung der Mitochondrien assoziiert ist und welche Rolle die hepatische Mitochondrienfunktion bei der Entwicklung der Insulinresistenz spielt, war bislang unklar.

Gesteigerte Verfügbarkeit von FFS sowie erhöhte Plasmaspiegel von Insulin und Glukose stimulieren durch Aktivierung lipogener Transkriptionsfaktoren (SREBP-1c, ChREBP) und lipogenetischer Enzyme, wie Acetyl-CoA-Carboxylase und Fettsäuresynthase, die *De-novo*-Synthese von FFS und Triglyzeriden, die in Form von HCL akkumulieren oder als atherogene Lipoproteine (VLDL) sezerniert werden (Abb. 2, 7).<sup>40</sup> Dagegen werden kurzkettige und damit vor allem neu synthetisierte FFS der Beta-Oxidation zugeführt.<sup>41</sup> Obwohl das Ausmaß der Lipidspeicherung in der Leber mit dem Grad der hepatischen Insulinresistenz korreliert, ist es unwahrscheinlich, dass der metabolisch relativ inerte Pool der HCL die Beeinträchtigung der Insulinwirkung vermittelt. Vielmehr scheinen akkumulierende Metabolite des FFS-Stoffwechsels, wie LKF-CoA, DAG, Ceramide, Lipidperoxide<sup>42</sup> und proinflammatorische Zytokine (TNF $\alpha$ , IL-6, IL-8), die Hemmung der Insulinsignalkaskade zu verursachen.

Patienten mit Steatohepatitis zeigen Insulinresistenz, eine herabgesetzte Aktivität der Enzymkomplexe der Atmungskette<sup>43</sup> und Dysmorphologien der Mitochondrien.<sup>44</sup> Diese Daten unterstützen die Hypothese, dass der hepatozytäre mitochondriale Energiestoffwechsel eine Schlüsselrolle in der Progression der Steatose zur Steatohepatitis spielt: Mitochondriale Dysfunktion, hypoxischer Stress sowie mutagene Schädigung von mtDNA und mitochondrialer Proteine durch erhöhte Spiegel von ROS und Lipidperoxiden könnten die Aktivierung zytotoxischer Prozesse und schließlich die Progression zur Leberfibrose zur Folge haben.<sup>45</sup> Die Rolle der mitochondrialen Dysfunktion bei der Akkumulation von HCL sowie bei der Entwicklung der hepatischen Insulinresistenz bei Steatose ist jedoch bislang noch unklar. Dabei könnte eine reaktive Steigerung der Raten von Beta-Oxidation

<sup>37</sup> Vgl. Angulo (2002).

<sup>38</sup> Vgl. Anderwald *et al.* (2002).

<sup>39</sup> Vgl. Ruhl und Everhart (2004).

<sup>40</sup> Vgl. Shimomura *et al.* (1999) sowie Matsusue *et al.* (2003).

<sup>41</sup> Vgl. Tamamogullari *et al.* (1999).

<sup>42</sup> Vgl. Holland *et al.* (2007).

<sup>43</sup> Vgl. Pessayre *et al.* (2004).

<sup>44</sup> Vgl. Sanyal *et al.* (2001).

<sup>45</sup> Vgl. Chalasani *et al.* (2003), Weltman *et al.* (1998) sowie Robertson *et al.* (2001).

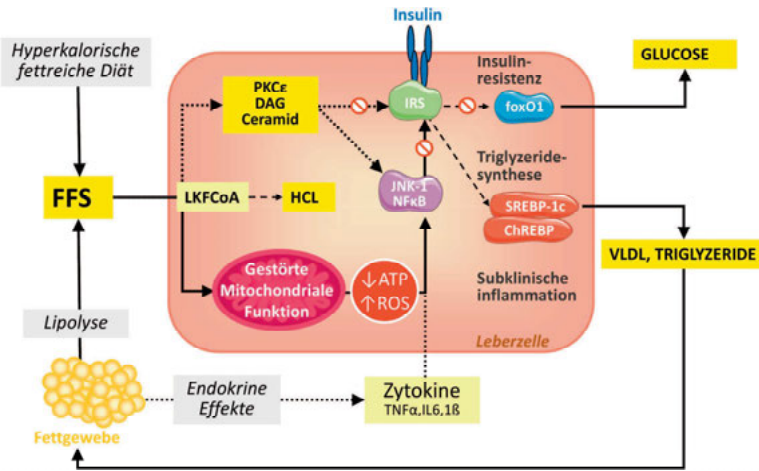


Abb. 7: Hepatische Insulinresistenz und Mitochondrienfunktion bei Steatose. *Carbohydrate responsive element binding protein* (ChREBP), Diacylglycerol (DAG), freie Fettsäuren (FFS), *forkhead box O1* (foxO1), hepatozelluläre Lipide (HCL), *insulin receptor substrate* (IRS), *JunN Terminal Kinase 1* (JNK-1), langkettige Fettsäuren (LKF-CoA), *nuclear factor κB* (NF-κB), *protein kinase C* (PKC), *sterol regulatory element-binding protein 1c* (SREBP-1c), *very low density proteins* (VLDL).

und Zitratzyklus zum Anstieg von ROS und Lipidperoxiden führen, die die Mitochondrien schädigen.<sup>46</sup> Verminderte mitochondriale Lipidoxidation und oxidativer Stress könnten die Entwicklung der lipidinduzierten Insulinresistenz weiter verstärken.

Es wurden daher mittels MRS Versuchsanordnungen entwickelt, die eine Steigerung des Energieumsatzes der Leber nach Depletion der hepatischen ATP-Reserven durch Fruktoseinfusion erfordern. Der Zeitverlauf des Wiederaufbaus der ATP-Reserven diente als Maß der oxidativen Kapazität. Es zeigte sich, dass, obwohl Patienten mit Steatose erhöhte Raten der Beta-Oxidation aufweisen, die Fähigkeit der Resynthese von ATP nach Energieverbrauch reduziert ist.<sup>47</sup> Diese Methode liefert ein Maß für die oxidative Kapazität der Leber, das jedoch nicht direkt auf Normalbedingungen übertragbar ist. Aufgrund der Invasivität und der eingeschränkten Aussagekraft von Studien an biopsisch gesichertem Lebergewebe sind zur Beurteilung des hepatischen Energiestoffwechsels im Menschen die Anwendung sowie die Weiterentwicklung nicht-invasiver *In-vivo*-Techniken von großer Relevanz. Wir entwickelten daher neue Methoden zur Absolutquantifizierung von ATP und zur Messung der ATP-Synthese in der Leber,<sup>48</sup> um folgende Hypothesen zu prüfen: Patienten mit T2DM und hepatischer Insulinresistenz haben reduzierte Konzentrationen von ATP, die Reduktion der Phosphormetaboliten korreliert mit der hepatischen Insulinresistenz und mit dem HCL-Gehalt. Es zeigte sich, dass Patienten mit T2DM eine um 30 Prozent niedrigere Insulinsensitivität im Vergleich zu alters- und BMI-gleichen Gesunden

<sup>46</sup> Vgl. Szendrödi und Roden (2009).

<sup>47</sup> Vgl. Cortez-Pinto *et al.* (1999).

<sup>48</sup> Vgl. Schmid *et al.* (2008) sowie Chmelik *et al.* (2008).

hatten. Der Leberfettgehalt war zwar erhöht im Vergleich zu jungen gesunden schlanken Menschen, jedoch vergleichbar zu jenem der alters- und BMI-gleichen Gesunden. Dennoch wiesen die Patienten mit T2DM einen signifikanten Defekt der Lebermitochondrien auf, der sich in einer um 25 Prozent reduzierten Konzentration von ATP und anorganischem Phosphat zeigte.<sup>49</sup> Die Konzentrationen dieser Phosphormetaboliten korrelierten unabhängig vom Leberfettgehalt negativ mit der hepatischen Insulinresistenz. Diese Daten weisen auf einen frühen Defekt der Mitochondrien hin, der lange vor der Progression der Steatose zur Steatohepatitis in der Pathogenese der hepatischen Insulinresistenz eine wichtige Rolle spielen könnte.

## Zusammenfassung

Genetische Faktoren, Übergewicht und Lebensstilfaktoren sind ursächlich für die Entstehung von Insulinresistenz. Ein Überangebot von Fettsäuren und primäre Störungen der mitochondrialen Funktion hemmen die Insulin-Signalübertragung und die Umwandlung von Energie aus Kohlenhydraten in Triglyzeride in Muskel und Leber (ektope Fettspeicherung). Endokrine Faktoren und langfristige Hyperglykämie können zu sekundären Störungen der mitochondrialen Funktion führen und damit die Insulinresistenz verstärken. Konzepte zur Senkung des Fettsäurenüberschusses und zur Verbesserung der mitochondrialen Funktion sind daher aussichtsreiche Kandidaten zur Prävention und Therapie des Typ-2-Diabetes.

## Literatur

- ANDERWALD, C. *et al.* (2002). „Effects of insulin treatment in type 2 diabetic patients on intracellular lipid content in liver and skeletal muscle“, *Diabetes* 51(10), 3025–3032.
- ANGULO, P. (2002). „Nonalcoholic fatty liver disease“, *New England Journal of Medicine* 346(16), 1221–1231.
- BALDEWEG, S. E. *et al.* (2000). „Insulin resistance, lipid and fatty acid concentrations in 867 healthy Europeans. European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR)“, *European Journal of Clinical Investigation* 30(1), 45–52.
- BREHM, A. *et al.* (2006). „Increased lipid availability impairs insulin-stimulated ATP synthesis in human skeletal muscle“, *Diabetes* 55(1), 136–140.
- CHALASANI, N. *et al.* (2003). „Hepatic cytochrome P450 2E1 activity in nondiabetic patients with nonalcoholic steatohepatitis“, *Hepatology* 37(3), 544–550.
- CHMELIK, M. *et al.* (2008). „Three-dimensional high-resolution magnetic resonance spectroscopic imaging for absolute quantification of 31P metabolites in human liver“, *Magnetic Resonance in Medicine* 60(4), 796–802.
- CORTEZ-PINTO, H. *et al.* (1999). „Alterations in liver ATP homeostasis in human nonalcoholic steatohepatitis: a pilot study“, *Jama* 282(17), 1659–1664.
- DEFRONZO, R. A., R. C. BONADONNA und E. FERRANNINI (1992). „Pathogenesis of NIDDM. A balanced overview“, *Diabetes Care* 15(3), 318–368.
- HOLLAND, W. L. *et al.* (2007). „Inhibition of ceramide synthesis ameliorates glucocorticoid-, saturated-fat-, and obesity-induced insulin resistance“, *Cell Metabolism* 5(3), 167–179.

---

<sup>49</sup> Vgl. Szendroedi *et al.* (2009b).

- JUCKER, B. M. *et al.* (1997). „<sup>13</sup>C and <sup>31</sup>P NMR studies on the effects of increased plasma free fatty acids on intramuscular glucose metabolism in the awake rat“, *Journal of Biological Chemistry* 272(16), 10464–10473.
- KACEROVSKY-BIELESZ, G. *et al.* (2009). „Short-term exercise training does not stimulate skeletal muscle ATP synthesis in relatives of humans with type 2 diabetes“, *Diabetes* 58(6), 1333–1341.
- KAUTZKY-WILLER, A. *et al.* (2003). „Increased intramyocellular lipid concentration identifies impaired glucose metabolism in women with previous gestational diabetes“, *Diabetes* 52(2), 244–251.
- KELLEY, D. E. *et al.* (2002). „Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes“, *Diabetes* 51(10), 2944–2950.
- KOVES, T. R. *et al.* (2008). „Mitochondrial overload and incomplete Fatty Acid oxidation contribute to skeletal muscle insulin resistance“, *Cell Metabolism* 7(1), 45–56.
- KREBS, M. *et al.* (2001). „Free fatty acids inhibit the glucose-stimulated increase of intramuscular glucose-6-phosphate concentration in humans“, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 86(5), 2153–2160.
- KRSSAK, M. *et al.* (1999). „Intramyocellular lipid concentrations are correlated with insulin sensitivity in humans: a <sup>1</sup>H NMR spectroscopy study“, *Diabetologia* 42(1), 113–116.
- MATSUSUE, K. *et al.* (2003). „Liver-specific disruption of PPAR $\gamma$  in leptin-deficient mice improves fatty liver but aggravates diabetic phenotypes“, *Journal of Clinical Investigation* 111(5), 737–747.
- PAOLISSO, G. *et al.* (1995). „A high concentration of fasting plasma non-esterified fatty acids is a risk factor for the development of NIDDM“, *Diabetologia* 38(10), 1213–1217.
- PERSEGHIN, G. *et al.* (1999). „Intramyocellular triglyceride content is a determinant of in vivo insulin resistance in humans: a <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C nuclear magnetic resonance spectroscopy assessment in offspring of type 2 diabetic parents“, *Diabetes* 48(8), 1600–1606.
- PERSEGHIN, G. *et al.* (2003). „Insulin resistance, intramyocellular lipid content, and plasma adiponectin in patients with type 1 diabetes“, *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism* 285(6), E1174–E1181.
- PESSEYRE, D., B. FROMENTY und A. MANSOURI (2004). „Mitochondrial injury in steatohepatitis“, *European Journal of Gastroenterology and Hepatology* 16(11), 1095–1105.
- PETERSEN, K. F. *et al.* (2003). „Mitochondrial dysfunction in the elderly: possible role in insulin resistance“, *Science* 300(5622), 1140–1142.
- PETERSEN, K. F. *et al.* (2004). „Impaired mitochondrial activity in the insulin-resistant offspring of patients with type 2 diabetes“, *New England Journal of Medicine* 350(7), 664–671.
- PETERSEN, K. F., S. DUFOUR und G. I. SHULMAN (2005). „Decreased insulin-stimulated ATP synthesis and phosphate transport in muscle of insulin-resistant offspring of type 2 diabetic parents“, *Public Library of Science Medicine* 2(9), e233.
- PETERSEN, K. F. und G. I. SHULMAN (2006). „Etiology of insulin resistance“, *American Journal of Medicine* 119(5 Suppl 1), S10–S16.
- PETERSEN, K. F. *et al.* (2007). „The role of skeletal muscle insulin resistance in the pathogenesis of the metabolic syndrome“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104(31), 12587–12594.
- REBRIN, K. *et al.* (1996). „Causal linkage between insulin suppression of lipolysis and suppression of liver glucose output in dogs“, *Journal of Clinical Investigation* 98(3), 741–749.
- ROBERTSON, G., I. LECLERCQ und G. C. FARRELL (2001). „Nonalcoholic steatosis and steatohepatitis. II. Cytochrome P-450 enzymes and oxidative stress“, *American Journal of Physiology, Gastrointestine and Liver Physiology* 281(5), G1135–G1139.

- RODEN, M. *et al.* (1996). „Mechanism of free fatty acid-induced insulin resistance in humans“, *Journal of Clinical Investigation* 97(12), 2859–2865.
- RODEN, M. *et al.* (1999). „Rapid impairment of skeletal muscle glucose transport/phosphorylation by free fatty acids in humans“, *Diabetes* 48(2), 358–364.
- RODEN, M. und G. I. SHULMAN (1999). „Applications of NMR spectroscopy to study muscle glycogen metabolism in man“, *Annual Reviews of Medicine* 50, 277–290.
- RODEN, M. (2005). „Muscle triglycerides and mitochondrial function: possible mechanisms for the development of type 2 diabetes“, *International Journal of Obesity (London)* 29 Suppl 2, S111–S115.
- RODEN, M. (2006). „Mechanisms of Disease: hepatic steatosis in type 2 diabetes – pathogenesis and clinical relevance“, *Native Clinical Practice Endocrinology and Metabolism* 2(6), 335–348.
- ROTHMAN, D. L. *et al.* (1995). „Decreased muscle glucose transport/phosphorylation is an early defect in the pathogenesis of non-insulin-dependent diabetes mellitus“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 92(4), 983–987.
- RUHL, C. E. und J. E. EVERHART (2004). „Epidemiology of nonalcoholic fatty liver“, *Clinical Liver Diseases* 8(3), 501–519, vii.
- SANYAL, A. J. *et al.* (2001). „Nonalcoholic steatohepatitis: association of insulin resistance and mitochondrial abnormalities“, *Gastroenterology* 120(5), 1183–1192.
- SCHMID, A. I. *et al.* (2008). „Quantitative ATP synthesis in human liver measured by localized 31P spectroscopy using the magnetization transfer experiment“, *Nuclear Magnetic Resonance in Biomedicine* 21(5), 437–443.
- SHIMOMURA, I., Y. BASHMAKOV und J. D. HORTON (1999). „Increased levels of nuclear SREBP-1c associated with fatty livers in two mouse models of diabetes mellitus“, *Journal of Biological Chemistry* 274(42), 30028–30032.
- STUMP, C. S. *et al.* (2003). „Effect of insulin on human skeletal muscle mitochondrial ATP production, protein synthesis, and mRNA transcripts“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100(13), 7996–8001.
- SZENDROEDI, J. *et al.* (2007). „Muscle mitochondrial ATP synthesis and glucose transport/phosphorylation in type 2 diabetes“, *Public Library of Science Medicine* 4(5), e154.
- SZENDROEDI, J. und M. RODEN (2008). „Mitochondrial fitness and insulin sensitivity in humans“, *Diabetologia* 51(12), 2155–2167.
- SZENDROEDI, J. *et al.* (2008). „Reduced basal ATP synthetic flux of skeletal muscle in patients with previous acromegaly“, *Public Library of Science One* 3(12), e3958.
- SZENDROEDI, J. und M. RODEN (2009). „Ectopic lipids and organ function“, *Current Opinion in Lipidology* 20(1), 50–56.
- SZENDROEDI, J. *et al.* (2009a). „Impaired mitochondrial function and insulin resistance of skeletal muscle in mitochondrial diabetes“, *Diabetes Care* 32(4), 677–679.
- SZENDROEDI, J. *et al.* (2009b). „Abnormal hepatic energy homeostasis in type 2 diabetes“, *Hepatology* 50(4), 1079–1086.
- TAMAMOGULLARI, N. *et al.* (1999). „Carnitine deficiency in diabetes mellitus complications“, *Journal of Diabetes and its Complications* 13(5–6), 251–253.
- WELTMAN, M. D. *et al.* (1998). „Hepatic cytochrome P450 2E1 is increased in patients with nonalcoholic steatohepatitis“, *Hepatology* 27(1), 128–133.





**BETTINA POLLOK, MARKUS BUTZ,  
MARTIN SÜDMEYER, LARS WOJTECKI und  
ALFONS SCHNITZLER**

**Funktion und Dysfunktion motorischer Netzwerke**

**Einleitung**

Die zeitgenaue Ausführung und Koordination von Bewegungen ist eine grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Interaktion mit unserer Umwelt. Alltägliche Handlungen wie zum Beispiel das Ergreifen eines Gegenstandes erfordern zum einen die zeitlich präzise Integration visueller, taktiler und kinästhetischer Informationen und zum anderen die Koordination dieser sensorischen Informationen mit motorischen Programmen. Veränderungen der Umwelt wie beispielsweise eine unerwartete Oberflächenbeschaffenheit des zu ergreifenden Gegenstandes führen zu einer unmittelbaren Anpassung der Griffstärke an die veränderten Umweltverhältnisse. Dieses einfache Beispiel zeigt, dass die erfolgreiche Bewegungssteuerung auf der Integration unterschiedlicher Informationen beruht. Die schnelle und flexible Anpassung an sich ändernde Umgebungsverhältnisse zeigt, dass die der Bewegungssteuerung zugrunde liegenden zentralen Mechanismen mit einer hohen zeitlichen Präzision erfolgen müssen.

Die Komplexität der motorischen Steuerung wird im besonderen Maße deutlich, wenn es zu Störungen von Bewegungsabläufen kommt. Bewegungsstörungen treten im Rahmen vieler neurologischer Erkrankungen auf und stellen vielfach ein erhebliches Maß der Behinderung dar. Eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen ist die Parkinsonkrankheit, die mit einer Prävalenz von 100 bis 200 pro 100.000 Einwohner auftritt.<sup>1</sup> Die Parkinsonkrankheit ist primär durch motorische Beeinträchtigungen wie Akinese, Tremor, Rigor und Haltungsinstabilität gekennzeichnet.<sup>2</sup> Diese Kardinalsymptome sind Folge einer fortschreitenden Degeneration dopaminergischer Neurone in der Substantia nigra mit einem entsprechenden Dopamindefizit im striatalen Projektionsgebiet. In frühen Stadien kann das motorische Defizit durch die Gabe von L-Dopa, das im Gehirn zu Dopamin umgewandelt wird, kompensiert werden. Mit fortschreitender Erkrankung kommt es jedoch häufig zu Wirkungsflektuationen, die eine erhebliche Beeinträchtigung für die betroffenen Patienten darstellen.<sup>3</sup> Aufgrund des Schweregrads der Beeinträchtigung und aufgrund der durch die demografische Entwicklung zu erwartenden Zunahme der Prävalenz neurodegenerativer Erkrankungen ist die Entwicklung effektiver Therapieverfahren von herausragender Bedeutung. Dies setzt jedoch ein möglichst umfassendes Wissen über die zugrunde liegenden pathophysiologischen Prozesse voraus. Die systematische Untersuchung der zentralen

---

<sup>1</sup> Vgl. Wojtecki *et al.* (2007).

<sup>2</sup> Vgl. Wojtecki *et al.* (2007).

<sup>3</sup> Vgl. Wojtecki *et al.* (2007).

Veränderungen bei Bewegungsstörungen und im besonderen Maße die Untersuchung zentraler Netzwerkveränderungen liefert hierbei relevante Informationen.

Die funktionelle Organisation des Gehirns basiert auf zwei grundlegenden Prinzipien: die Spezialisierung von Hirnarealen und die funktionelle Interaktion zwischen diesen. Das Phänomen der Spezialisierung wurde bereits in der Mitte des 18. Jahrhunderts durch Swedenborg beschrieben.<sup>4</sup> Er war der erste, der darauf hinwies, dass unterschiedliche Areale des Gehirns mit der Verarbeitung von Seh- und Hörreizen assoziiert sind. Die nachfolgenden bahnbrechenden und weitaus bekannteren Arbeiten von Paul Broca<sup>5</sup> und Carl Wernicke<sup>6</sup> haben das heutige Wissen der zentralen Organisation des Sprachverständnisses und der Sprachproduktion grundlegend geprägt. Diese Arbeiten weisen eindrücklich darauf hin, dass spezifische Areale des Gehirns mit spezifischen Funktionen assoziiert sind.

Dieses grundlegende Organisationsprinzip der Spezialisierung erfordert ein weiteres Prinzip: die funktionelle Interaktion zwischen den Arealen innerhalb eines Netzwerkes. Bildgebende Studien zeigen, dass selbst scheinbar einfache Bewegungen auf einem ausgedehnten zentralen Netzwerk beruhen.<sup>7</sup> Die Frage, über welche Mechanismen die an einer Aufgabenausführung beteiligten Areale interagieren, und die Frage nach der spezifischen Bedeutung von Interaktionsmustern für die Verhaltenssteuerung stellen einen faszinierenden Forschungsbereich dar, der in den letzten Jahren die Neurowissenschaften zunehmend geprägt hat.

Da auf der Verhaltensebene die zeitliche Steuerung und Koordination selbst einfacher Bewegungen im Millisekundenbereich ablaufen, müssen auch auf der Ebene des Gehirns die Prozesse, die eine flexible und schnelle Adaptation an sich ändernde Verhältnisse ermöglichen, mit einer hohen zeitlichen Präzision ablaufen. Die Untersuchung der funktionellen Kommunikation zwischen Hirnarealen – als grundlegender Mechanismus der Integration von Informationen – und die Bedeutung solcher Interaktionsmuster für die Bewegungssteuerung stellen einen zentralen Gegenstand der Forschungstätigkeit unserer Arbeitsgruppe dar.

## Die Untersuchung funktioneller Interaktionsmuster

Vorausgehende Arbeiten belegen übereinstimmend, dass die Synchronisation oszillatorischer Aktivität von Neuronen einen Mechanismus der funktionellen Interaktion repräsentiert, der der zeitgenauen Integration von Informationen räumlich getrennter Areale dient. Die Untersuchung solcher oszillatorischer Interaktionsmuster erfordert Methoden mit einer hohen zeitlichen Auflösung, die idealerweise im Bereich von Millisekunden liegt. Sowohl die Elektroenzephalografie (EEG) als auch die Magnetenzephalografie (MEG) erfüllen diese Voraussetzung. Ein Vorteil der MEG gegenüber der EEG liegt in der deutlich besseren räumlichen Trennschärfe, die auf kortikaler Ebene im Bereich weniger Millimeter liegt.<sup>8</sup> Bei der MEG werden kleinste Magnetfelder nicht-invasiv an der Schädeloberfläche

---

<sup>4</sup> Vgl. Finger (1994).

<sup>5</sup> Vgl. Grodzinsky (2004).

<sup>6</sup> Vgl. Höhle (1995).

<sup>7</sup> Vgl. Rubia und Smith (2004).

<sup>8</sup> Vgl. Gross *et al.* (2001).

detektiert, die durch die Aktivität von Neuronenverbänden entstehen. Abbildung 1 stellt schematisch eine MEG-Messeinheit dar.

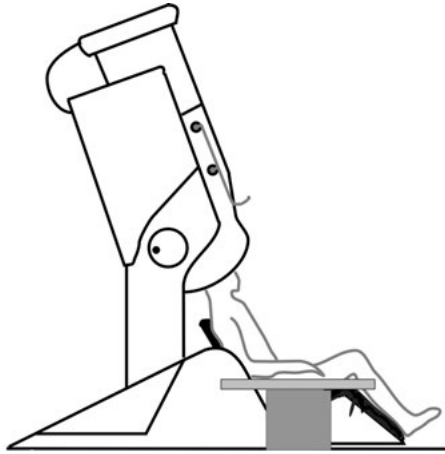


Abb. 1: Schematische Darstellung einer MEG-Messeinheit

Die Entwicklung neuer Analysemethoden wie *Dynamic Imaging of Coherent Sources* (DICS)<sup>9</sup> ermöglicht durch die Verwendung räumlicher Filter in der Frequenzdomäne die Lokalisation oszillatorischer Aktivität mit einer guten räumlichen Trennschärfe prinzipiell im gesamten Gehirn. Die MEG erlaubt somit eine umfassende Lokalisation der Konstituenten eines Netzwerkes und eine genaue Charakterisierung des funktionellen Zusammenspiels zwischen diesen Arealen.

Etablierte Maße zur Untersuchung funktioneller Interaktionsmuster sind die Phasensynchronisation und die Kohärenz.<sup>10</sup> Beide Maße untersuchen die Ähnlichkeit oszillatorischer Muster in verschiedenen Arealen und liefern somit eine Einschätzung für den Grad der Übereinstimmung neuronaler Aktivität. Die Kohärenz ist ein korrelatives Verfahren. Die Werte sind zwischen 0 und 1 normiert, wobei eine Kohärenz von 0 für eine gegebene Frequenz eine völlige Unabhängigkeit der Signale bedeutet, während eine vollständige lineare Abhängigkeit zu einer Kohärenz von 1 führt. Zur Abschätzung der Phasenkopplung berechnet man die Differenz zwischen zwei Phasenzeitreihen. Eine statistische Prüfung liefert Informationen darüber, ob die Verteilung der Phasendifferenzen signifikant von einer zufälligen Verteilung abweicht.

Zentrale Oszillationen treten in verschiedenen Frequenzbändern auf. Auch wenn ihre genaue Bedeutung für die Verhaltenssteuerung noch nicht vollständig verstanden ist, belegen zahlreiche Arbeiten, dass die funktionelle Interaktion zwischen Hirnarealen im Alpha- (8–12 Hz) und Betaband (13–30 Hz) mit der Steuerung von Willkürbewegungen assoziiert ist.<sup>11</sup> Die genaue Funktion dieser unterschiedlichen Frequenzbänder für motorische Kontrollprozesse ist jedoch nur unvollständig verstanden. Möglicherweise sind Oszillationen

<sup>9</sup> Vgl. Gross *et al.* (2001).

<sup>10</sup> Vgl. Varela *et al.* (2001) sowie Fries (2005).

<sup>11</sup> Vgl. Schnitzler und Gross (2005).

im Alphaband mit der Kontrolle einfacher oder automatisierter Bewegungen assoziiert,<sup>12</sup> während Oszillationen im Betaband mit der Ausführung komplexer Bewegungen und motorischem Lernen in Verbindung stehen könnten.<sup>13</sup>

Während die MEG im besonderen Maße geeignet ist, neuronale Netzwerke zu lokalisieren und das funktionelle Zusammenspiel zwischen den beteiligten Konstituenten zu charakterisieren, kann mithilfe der transkraniellen Magnetstimulation (TMS) die funktionelle Bedeutung einzelner Areale zum Beispiel für die Steuerung von Bewegungen selektiv untersucht werden.<sup>14</sup> Die TMS erlaubt die Modulation neuronaler Aktivität in einem fokalen Areal. Die niederfrequente repetitive TMS (rTMS), die mit einer Frequenz von 1 Hz verabreicht wird, führt zu einer Abnahme neuronaler Aktivität und somit zu einer transienten fokalen und reversiblen *virtuellen* Läsion.<sup>15</sup> Die Nacheffekte der rTMS dauern in Abhängigkeit von der Stimulationszeit und -intensität einige Minuten an. Hierdurch kann der spezifische Beitrag eines Areals für einen spezifischen Aspekt der Verhaltenssteuerung untersucht werden. Die Kombination von TMS und MEG ermöglicht somit die umfassende Charakterisierung zentraler Netzwerke und die Untersuchung ihrer Bedeutung für die Verhaltenssteuerung. Hierbei erlaubt die MEG die Beschreibung funktioneller Netzwerke und die TMS die selektive Modulation von Interaktionsmustern und die Untersuchung der daraus resultierenden Verhaltensänderungen.

## **Funktionelle Interaktionsmuster der motorischen Steuerung von Willkürbewegungen**

Die zeitlich exakte Ausführung von Bewegungen ist eine grundlegende Voraussetzung für eine adäquate Verhaltenssteuerung. Zeitliche Aspekte der motorischen Kontrolle können experimentell mithilfe des Synchronisationsparadigmas untersucht werden.<sup>16</sup> Hierbei synchronisieren die Studienteilnehmer das Auftappen des Zeigefingers einer Hand zu einem regelmäßigen, meist auditiven Führungssignal. Die Steuerung solcher zeitgenauen Bewegungen ist mit der Synchronisation oszillatorischer Aktivität in einem zerebello-thalamokortikalen Netzwerk assoziiert.<sup>17</sup> Auf kortikaler Ebene sind neben dem primären sensomotorischen Kortex (S1/M1) der posteriore parietale Kortex (PPC), der dorsolaterale prämotorische Kortex (dPMC) und das supplementär motorische Areal (SMA) an der Aufgabe beteiligt. Die Netzwerkkonstituenten sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Analyse des Interaktionsmusters zwischen den Konstituenten ergab unter anderem eine funktionelle Kopplung zwischen dem linken dPMC und bilateralen S1/M1-Arealen. Diese Daten legen die Hypothese nahe, dass der linke dPMC neuronale Aktivität in bilateralen S1/M1-Kortizes moduliert. Sie implizieren somit eine besondere Bedeutung dieses Areals für die zeitliche Steuerung von Bewegungen beider Hände.<sup>18</sup> Interessanterweise zeigte sich dieses Kopplungsmuster unabhängig von der ausführenden Hand<sup>19</sup> und unab-

<sup>12</sup> Vgl. Gross *et al.* (2002).

<sup>13</sup> Vgl. Gerloff *et al.* (1998).

<sup>14</sup> Vgl. Pascual-Leone *et al.* (2000).

<sup>15</sup> Vgl. Pascual-Leone *et al.* (2000).

<sup>16</sup> Vgl. Repp (2005).

<sup>17</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2005).

<sup>18</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2006).

<sup>19</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2006).

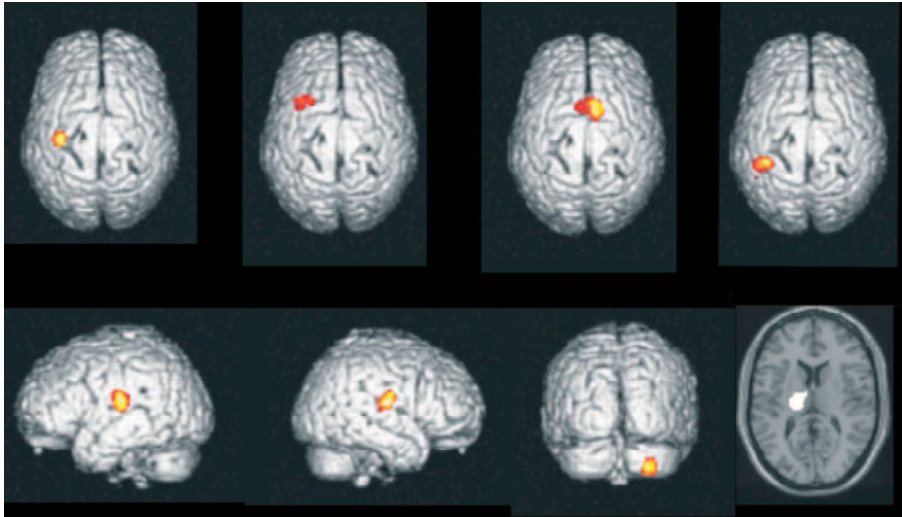


Abb. 2: Die Netzwerkkonstituenten der motorischen Steuerung: S1/M1, dPMC, SMA, PPC, Sulcus temporalis superior bilateral, Zerebellum und Thalamus (von links nach rechts)

hängig von der Handdominanz:<sup>20</sup> Auch bei Linkshändern liegt eine funktionelle Kopplung zwischen dem linken dPMC und bilateralen S1/M1-Kortizes vor. In einer nachfolgenden rTMS-Studie konnten wir zeigen, dass eine virtuelle Läsion des linken dPMC tatsächlich mit einer Verschlechterung der zeitgenauen Ausführung beider Hände assoziiert ist. Demgegenüber zog eine rechtsseitige rTMS keine Verhaltenseffekte nach sich.<sup>21</sup> Zusammenfassend weisen diese Daten auf eine besondere Bedeutung des linken dPMC für die zeitgenaue Ausführung von Bewegungen beider Hände sowohl bei Links- als auch bei Rechtshändern hin. Aus methodischer Sicht zeigen die beschriebenen Studien darüber hinaus, dass Netzwerkanalysen mithilfe der MEG und die gezielte Unterbrechung einzelner Konnektivitäten durch die TMS einen vielversprechenden Ansatz repräsentieren, der grundlegend zum Verständnis der neurophysiologischen Grundlagen der motorischen Kontrolle beiträgt.

Trotz der Einfachheit einer Synchronisationsaufgabe und trotz des Gefühls exakter Synchronie zeigen Versuchspersonen einen systematischen Verhaltensfehler: Das Auftappen des Fingers geht dem Führungssignal um 20 bis 60 Millisekunden voraus. Dieses sehr stabile Phänomen wurde als *negative Asynchronie* vielfach in der Literatur beschrieben.

Vorausgehende Studien zeigen, dass die Größe der *negativen Asynchronie* unter anderem durch die Modalität des Führungssignals moduliert wird: Ein visuelles Führungssignal geht im Vergleich zu einem auditiven Signal mit einer kleineren negativen Asynchronie und mit einer größeren Tap-zu-Tap-Variabilität einher.<sup>22</sup> Diese Beobachtung führte zu der Überlegung, dass in Abhängigkeit von der Modalität des Führungssignals unterschiedliche

<sup>20</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2008).

<sup>21</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2008).

<sup>22</sup> Vgl. Penhune *et al.* (1998).

Strategien der motorischen Kontrolle eingesetzt werden, die auf distinkten zentralen Netzwerken basieren könnten.<sup>23</sup> Da ein direkter Nachweis modalitätsspezifischer Netzwerke bislang aussteht, sind wir der Frage nachgegangen, inwieweit Unterschiede der funktionellen Interaktion mit der Aufgabenausführung assoziiert sind und inwieweit diese mit den beschriebenen Verhaltensunterschieden zusammenhängen.<sup>24</sup> Die Datenauswertung zeigte sowohl für die auditive als auch für die visuelle Synchronisationsaufgabe die Beteiligung des zuvor beschriebenen zerebello-thalamo-kortikalen Netzwerkes. Im Bereich des prämotorischen Kortex zeigte sich allerdings ein systematischer Unterschied zwischen den Bedingungen: Während die auditive Aufgabe mit der Beteiligung des dorsolateralen PMC assoziiert war, zeigte sich bei der visuellen Bedingung die Beteiligung des ventralen Anteils des PMC (vPMC). Der modalitätsabhängige Lokalisationsunterschied im Bereich des prämotorischen Kortex ist in Abbildung 3 dargestellt.

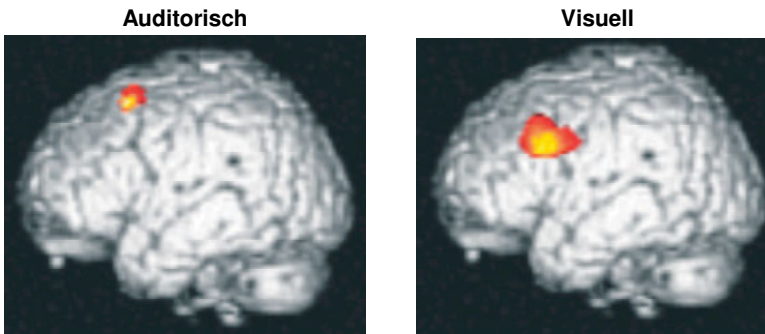


Abb. 3: Lokalisationsunterschiede des PMC in Abhängigkeit von der Modalität des Führungssignals

Darüber hinaus weisen die Daten auf Unterschiede des funktionellen Zusammenspiels zwischen den beteiligten Konstituenten hin: Die auditive Bedingung war durch eine signifikant stärkere Interaktion zwischen dem primären auditorischen Kortex und dem dPMC im Alphaband charakterisiert. Demgegenüber zeigte sich in der visuellen Bedingung eine signifikant stärkere Kohärenz zwischen dem Thalamus und vPMC im Betaband. Zusätzlich korrelierte die Thalamus-PMC-Kohärenz mit der Größe der Asynchronie: Je stärker die funktionelle Interaktion zwischen diesen beiden Arealen war, desto geringer war die Größe der *negativen Asynchronie*.

Die vorliegenden Daten unterstützen zum einen die Hypothese, dass der Bewegungssteuerung in Abhängigkeit von der Modalität des Führungssignals tatsächlich distinkte Netzwerke zugrunde liegen. Vorausgehende Daten weisen darauf hin, dass der vPMC insbesondere bei Aufgaben involviert ist, bei denen die motorische Steuerung auf sensorischen Informationen beruht.<sup>25</sup> Demgegenüber wird der dPMC mit der Generierung eines internen Rhythmus als Grundlage der motorischen Kontrolle in Verbindung gebracht, der eher automatisiert abläuft und bei dem externe Stimuli weniger explizit beachtet werden. Die Tatsache, dass die Synchronisation in Referenz zu einem auditiven Führungssignal

<sup>23</sup> Vgl. Jäncke *et al.* (2000).

<sup>24</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2009a).

<sup>25</sup> Vgl. Grafton *et al.* (2008).

zwar mit einer größeren *negativen Asynchronie*, aber auch mit einer größeren Rhythmusstabilität assoziiert ist, unterstützt die Annahme, dass in dieser Bedingung die Verhaltenssteuerung auf einem internen Rhythmus basieren könnte. Demgegenüber könnte bei einer visuellen Synchronisationsaufgabe eine stärkere Beachtung des externen Signals zu einer Reduktion der *negativen Asynchronie* führen, die jedoch möglicherweise mit einer stabilen Rhythmusproduktion interferiert.

Die Annahme distinkter modalitätsabhängiger Netzwerke der motorischen Kontrolle wird durch die Beobachtung unterstützt, dass die Stärke der funktionellen Interaktion innerhalb dieses Netzwerkes mit der Modalität des Führungssignals variiert. Eine vorausgehende Arbeit zeigte, dass thalamo-kortikale Verarbeitungsschleifen mit der Dekodierung zeitlicher Informationen assoziiert sind, die durch die sensorische Rückmeldung bereitgestellt werden.<sup>26</sup> Die Beobachtung, dass in der visuellen Bedingung die Kohärenz zwischen dem Thalamus und vPMC stärker war als die zwischen dem Thalamus und dPMC in der auditiven Kondition, steht somit mit der Hypothese in Einklang, dass in dieser Bedingung die motorische Kontrolle stärker auf der Verarbeitung sensorischer Informationen basieren könnte. Diese Annahme wird durch die positive Korrelation zwischen dem Thalamus und PMC unterstützt, die die besondere Bedeutung dieser funktionellen Interaktion für die Ausführung zeitlich exakter Bewegungen in Referenz zu einem externen Reiz nahelegt.

Neben den beschriebenen Unterschieden der funktionellen Konnektivitäten zeigen die Daten dieser Arbeit auch frequenzspezifische Unterschiede zwischen den beiden Konditionen. Während die visuelle Bedingung durch eine stärkere Kohärenz zwischen Thalamus und vPMC im Betaband charakterisiert ist, zeigte sich bei der auditiven Bedingung eine stärkere Kohärenz zwischen dem auditorischen Kortex und dPMC im Alphaband. Typischerweise empfinden Probanden die zeitgenaue Ausführung von Bewegungen in Referenz zu einem visuellen Metronom als schwieriger.<sup>27</sup> Die Überlegung, dass die auditive Synchronisation auf einem internen Rhythmus basieren könnte, während die visuelle Kondition mit der Verarbeitung sensorischer Reize assoziiert ist, steht mit der Annahme in Einklang, dass die funktionelle Interaktion im Alphaband einen basalen motorischen Kontrollprozess repräsentieren könnte, der möglicherweise der Steuerung einfacher, automatisierter Bewegungen dient. Demgegenüber unterstützen die vorliegenden Daten die Hypothese, dass die funktionelle Interaktion im Betaband mit der Kontrolle komplexerer, weniger automatisierter Bewegungen assoziiert sein könnte, die möglicherweise ein höheres Maß an kognitiver Kontrolle erfordert.<sup>28</sup> Diese Interpretation wird durch eine weitere Studie unserer Arbeitsgruppe unterstützt, in der die funktionelle Interaktion zwischen SMA und S1/M1 bei der Ausführung von Bewegungen unterschiedlicher Komplexität untersucht wurde.<sup>29</sup> Hier zeigte die Datenanalyse mit steigender Bewegungskomplexität eine Zunahme der funktionellen Interaktion zwischen den beiden Arealen im Betaband.

Zusammenfassend zeigen die dargestellten Studien unserer Arbeitsgruppe, dass (1.) funktionelle Interaktionsmuster dynamisch sind und (2.) mit der Aufgabenanforderung und in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen variieren.

---

<sup>26</sup> Vgl. Klimesch *et al.* (2007).

<sup>27</sup> Vgl. Kolers und Brewster (1985).

<sup>28</sup> Vgl. Lewis und Miall (2003).

<sup>29</sup> Vgl. Gross *et al.* (2005).

## Pathologische Veränderungen funktioneller Interaktionsmuster

Sowohl Patienten- als auch tierexperimentelle Studien belegen Veränderungen der oszillatorischen Aktivität bei Morbus Parkinson in den Basalganglien insbesondere im Globus pallidus externus (Gpe), im Globus pallidus internus (Gpi) und im Nucleus subthalamicus.<sup>30</sup> Die Basalganglien sind ein subkortikales Kerngebiet, das über Projektionen zum Thalamus kortikale Aktivität moduliert. Kortikale Projektionen zum Striatum bilden einen wesentlichen Eingang in die Basalganglien. Dieses Kerngebiet ist somit Teil einer subkortikal-kortikalen Verarbeitungsschleife, die unter anderem von grundlegender Bedeutung für die Bewegungssteuerung ist.

Die Analyse lokaler Feldpotenziale bei Patienten mit Morbus Parkinson zeigt, dass synchronisierte Oszillationen im Bereich der Basalganglien in verschiedenen Frequenzbändern auftreten. Die Beobachtung, dass Oszillationen im 3–12-Hz-Band durch die Tremorstärke moduliert werden,<sup>31</sup> legt einen Zusammenhang zwischen Oszillationen in diesem Frequenzbereich und der Tremorgenese nahe. Oszillationen im 13–30-Hz-Bereich interagieren mit der Fähigkeit, Bewegungen auszuführen. Verstärkte Kopplungen in diesem Frequenzband könnten somit mit der Entstehung von Akinese und Rigor assoziiert sein.<sup>32</sup>

Frühere Studien unserer Arbeitsgruppe gingen der Frage nach den zentralen Netzwerkkinteraktionen bei Bewegungsstörungen am Beispiel des Ruhetremors bei Morbus Parkinson nach.<sup>33</sup> Diese Arbeiten weisen darauf hin, dass die veränderten oszillatorischen Muster nicht auf die Basalganglien beschränkt sind. Vielmehr ist ein zerebello-thalamokortikales Netzwerk, das in einem Frequenzbereich zwischen 3 und 12 Hz oszilliert, mit der Entstehung der Tremorsymptomatik assoziiert. Interessanterweise scheinen sowohl die Netzwerkkonstituenten als auch der Frequenzbereich dieses Tremornetzwerkes denen der physiologischen Bewegungssteuerung zu entsprechen. Daraus ergibt sich die Frage nach den spezifischen Unterschieden zwischen der physiologischen Steuerung von Bewegungen und pathologischen Veränderungen bei Bewegungsstörungen.

Um die Frage nach den pathologischen Netzwerkveränderungen näher zu untersuchen, haben wir in einer nachfolgenden Studie das zentrale Netzwerk des Parkinson-Ruhetremors mit dem eines willkürlich imitierten Tremors verglichen.<sup>34</sup> Diese Daten zeigen tatsächlich, dass dem Tremor und der Tremorimitation identische Netzwerke zugrunde liegen. Allerdings stellen sich innerhalb dieses Netzwerkes spezifische Unterschiede zwischen den Gruppen dar: Während die Imitation durch eine signifikant stärkere funktionelle Interaktion zwischen dem PMC und S1/M1 gekennzeichnet war, zeigte sich in der Patientengruppe eine signifikant stärkere funktionelle Interaktion zwischen dem Thalamus und S1/M1. Das erstgenannte Ergebnis kann als neurophysiologisches Korrelat der willkürlichen Initiierung der Bewegung interpretiert werden. Das zweite Ergebnis steht mit der Hypothese in Einklang, dass pathologisch verstärkte Oszillationen im 3–12-Hz-Band in den Basalganglien über eine funktionelle Interaktion neuronale Aktivität in motorkortikalen Arealen modulieren und so die Initiierung und Ausführung von Bewegungen beeinträchtigen. Der Vergleich zwischen Patienten und gesunden Kontrollprobanden weist darauf hin,

<sup>30</sup> Vgl. Hutchison *et al.* (2004).

<sup>31</sup> Vgl. Llinás und Paré (1995).

<sup>32</sup> Vgl. Llinás und Paré (1995).

<sup>33</sup> Vgl. Timmermann *et al.* (2002) sowie Volkmann *et al.* (1996).

<sup>34</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2004).



dass Bewegungsstörungen auf einem physiologisch präformierten Netzwerk der motorischen Kontrolle beruhen. Innerhalb dieses Netzwerkes tritt allerdings eine pathologisch verstärkte funktionelle Interaktion in einem spezifischen thalamo-motorkortikalen Subnetzwerk auf, die offenbar mit dem Auftreten des Parkinson-Ruhetremors assoziiert ist.

Untersuchungen des zentralen Netzwerkes eines posturalen Tremors bei Morbus Wilson<sup>35</sup> und von Netzwerkkinteraktionen bei Schreibkrampfpatienten<sup>36</sup> unterstützen die Annahme, dass Bewegungsstörungen unterschiedlicher Ätiologie und unterschiedlicher Symptomatik auf einem physiologischen Netzwerk der Bewegungskontrolle beruhen. Der Vergleich von Schreibkrampfpatienten mit einer gesunden Kontrollstichprobe während einer Schreibaufgabe zeigte ebenfalls ein zentrales Netzwerk der Bewegungssteuerung, das in einem Frequenzbereich zwischen 8 und 12 Hz oszilliert. Die Datenauswertung weist auf selektive Unterschiede zwischen den Patienten und der Kontrollgruppe in einer Zerebellum-PPC-Schleife hin – ein Ergebnis, das mit der Hypothese einer veränderten sensomotorischen Integration in Einklang steht.

In der symptomatischen Behandlung der Parkinsonerkrankung hat die tiefe Hirnstimulation (THS) in den letzten zehn bis 15 Jahren einen festen Platz eingenommen. Die THS wird insbesondere bei einem L-Dopa-Langzeitsyndrom mit medikamentös nicht zu beherrschenden Wirkungsfluktuationen eingesetzt. Hierbei werden die Neurone des Nucleus subthalamicus durch implantierte Mikroelektroden mit einer Frequenz von etwa 130 Hz elektrisch stimuliert.<sup>37</sup> Neben einer effektiven symptomatischen Therapie der Parkinsonerkrankung eröffnet die THS die Möglichkeit, die Effekte unterschiedlicher Stimulationsfrequenzen auf verschiedene Aspekte der Verhaltenssteuerung zu untersuchen. Wir konnten differenzielle Effekte der therapeutischen 130-Hz- und einer experimentellen 10-Hz-Stimulation auf motorische und kognitive Leistungen zeigen.<sup>38</sup> Eine Stimulation mit 10 Hz führte zu einer Verschlechterung motorischer Parkinsonsymptome, jedoch zu einer Verbesserung der Wortflüssigkeit. Die therapeutische 130-Hz-Stimulation löste spiegelbildliche Effekte aus: Die motorischen Symptome wurden gebessert, die Wortflüssigkeit verschlechterte sich. Diese Arbeiten unterstützen somit die Annahme, dass verstärkte Oszillationen um 10 Hz eine pathologische Relevanz für die motorischen Symptome des Morbus Parkinson haben, allerdings bestimmte kognitive Leistungen – wie zum Beispiel die Wortflüssigkeit – durch eine 10-Hz-Stimulation profitieren können.

In einer weiteren Studie sind wir dem Effekt von L-Dopa auf zentrale Interaktionsmuster der Bewegungssteuerung nachgegangen.<sup>39</sup> Zahlreiche Arbeiten belegen, dass L-Dopa Oszillationen des Muskels<sup>40</sup> und die funktionelle Interaktion zwischen Muskel und S1/M1<sup>41</sup> moduliert. Darüber hinaus beeinflusst L-Dopa oszillatorische Prozesse und die funktionelle Interaktion innerhalb des Basalganglienkomplexes,<sup>42</sup> zwischen Basalganglien und

---

<sup>35</sup> Vgl. Südmeyer *et al.* (2006).

<sup>36</sup> Vgl. Butz *et al.* (2006).

<sup>37</sup> Vgl. Wojtecki *et al.* (2007).

<sup>38</sup> Vgl. Timmermann *et al.* (2004) sowie Wojtecki *et al.* (2006).

<sup>39</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2009).

<sup>40</sup> Vgl. Brown (1997).

<sup>41</sup> Vgl. Salenius *et al.* (2002).

<sup>42</sup> Vgl. Alonso-Frech *et al.* (2006).

Oberflächenelektroden des EEGs,<sup>43</sup> lokale motorkortikale Oszillationen<sup>44</sup> und die Synchronisation zwischen verschiedenen EEG-Elektroden.<sup>45</sup> Diese Daten unterstützen die Hypothese, dass lokale, aber auch interregional synchronisierte Oszillationen durch den dopaminergen Status moduliert werden. Auch wenn der Effekt von Dopamin auf zentrale und periphere Oszillationen gut belegt ist, stellt sich die Frage, ob L-Dopa das gesamte Tremornetzwerk moduliert oder ob die Effekte spezifische Subnetzwerke betreffen. Zur Klärung dieser Frage haben wir in einer nachfolgenden Studie den Effekt von L-Dopa auf das oszillatorische Netzwerk der Bewegungskontrolle bei Patienten mit Morbus Parkinson untersucht.<sup>46</sup> Es zeigten sich selektive Effekte von L-Dopa auf das funktionelle Interaktionsmuster: Nach Einnahme von L-Dopa kam es zu einer signifikanten Reduktion der Kohärenz in einem Thalamus-S1/M1-PMC-Netzwerk im 3–12-Hz-Band. Die Daten weisen somit darauf hin, dass die motorischen Symptome bei Morbus Parkinson mit spezifischen Veränderungen der zentralen Interaktion in einem thalamo-motorkortikalen Subnetzwerk assoziiert sind, die selektiv durch die Gabe von L-Dopa moduliert werden. Ein weiterer Vergleich mit einer gesunden Kontrollstichprobe legt darüber hinaus die Hypothese nahe, dass L-Dopa insbesondere zu einer Normalisierung der Thalamus-PMC-Interaktion führt.

## Zusammenfassung

Eine adäquate Bewegungssteuerung basiert auf der zeitlich präzisen Integration von Informationen aus räumlich getrennten Arealen. Während bildgebende Methoden wie insbesondere die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) aufgrund ihrer hohen räumlichen Auflösung genaue Informationen über die Lokalisation funktionaler Hirnareale liefern, sind die EEG und die MEG in hervorragender Weise geeignet, transiente Prozesse wie zum Beispiel oszillatorische Aktivität zu untersuchen. Die Synchronisation neuronaler Oszillationen repräsentiert ein grundlegendes Prinzip der zeitlich exakten Integration von Informationen aus verschiedenen Hirnarealen – ein Mechanismus, der eine rasche und flexible Anpassung von Bewegungen an sich ändernde Umweltbedingungen erlaubt. Die Daten unserer Arbeitsgruppe zeigen, dass die Steuerung von Bewegungen auf einem zentralen oszillatorischen Netzwerk basiert, das dynamisch ist und in Abhängigkeit von den spezifischen Umgebungsverhältnissen variiert. Darüber hinaus machen unsere Daten deutlich, dass Bewegungsstörungen auf selektiven Veränderungen der Interaktion innerhalb eines physiologischen präformierten Netzwerkes beruhen, die pharmakologisch zum Beispiel durch die Gabe von L-Dopa moduliert werden können. Hierbei ist zu betonen, dass sowohl das funktionelle Netzwerk als auch der Frequenzbereich der Interaktion physiologisch sind – lediglich die Stärke der Interaktion scheint pathologisch verändert zu sein. Interessanterweise weisen die Untersuchungen sowohl an gesunden Probanden als auch an Parkinsonpatienten auf eine besondere Bedeutung der Thalamus-PMC-Interaktion für die Steuerung von Bewegungen hin.

Zusätzlich unterstützen unsere Daten die Annahme, dass Oszillationen im Alpha- und Betaband mit unterschiedlichen Funktionen der motorischen Steuerung assoziiert sein

---

<sup>43</sup> Vgl. Devos *et al.* (2003).

<sup>44</sup> Vgl. Devos und Defebvre (2006).

<sup>45</sup> Vgl. Silberstein *et al.* (2005).

<sup>46</sup> Vgl. Pollok *et al.* (2009b).

könnten: Während Alphaband-Oszillationen der Kontrolle einfacher und automatisierter Bewegungen dienen könnten, scheinen Betaband-Oszillationen mit der Steuerung komplexerer motorischer Aufgaben assoziiert zu sein. Darüber hinaus weisen unsere Daten auf die Möglichkeit hin, dass Oszillationen im Alphaband unterschiedliche Funktionen repräsentieren: Während eine Zunahme zentraler Oszillationen in diesem Frequenzbereich mit einer Verschlechterung motorischer Symptome assoziiert ist, scheint eine solche Zunahme mit der Verbesserung zumindest bestimmter kognitiver Leistungen wie der Wortflüssigkeit einherzugehen.

Zusammenfassend zeigen die vorgestellten Arbeiten, dass die Untersuchung zentraler Interaktionsmuster einen vielversprechenden methodischen Ansatz darstellt, der neue und relevante Einblicke in die Funktionsweise des Gehirns erlaubt.

## Literatur

- ALONSO-FRECH, Fortes, Ivana ZAMARBIDE, Manuel ALEGRE, Maria RODRIGUEZ-OROZ, Jorge GURIDI, Manuel MANRIQUE, Maria VALENCIA, Julio ARTIEDA und José Angél OBESO (2006). „Slow oscillatory activity and levodopa-induced dyskinesias in Parkinson’s disease“, *Brain* 129, 1748–1757.
- BUTZ, Markus, Lars TIMMERMANN, Joachim GROSS, Bettina POLLOK, Harald HEFTER und Alfons SCHNITZLER (2006). „Oscillatory coupling in writing and writer’s cramp“, *Journal of Physiology (Paris)* 99, 14–20.
- BROWN, Peter (1997). „Muscle sounds in Parkinson’s disease“, *Lancet* 349, 533–535.
- DEVOS, David und Luc DEFEBVRE (2006). „Effect of deep brain stimulation and L-Dopa on electrocortical rhythms related to movement in Parkinson’s disease“, *Progress in Brain Research* 159, 331–349.
- DEVOS, David, Etienne LABYT, Philippe DERAMBURE, Jean Luise BOURRIEZ, François CAS-SIM, Jean-Daniel GUIEU, Alain DESTEE und Luc DEFEBVRE (2003). „Effect of L-Dopa on the pattern of movement-related (de)synchronisation in advanced Parkinson’s disease“, *Clinical Neurophysiology* 33, 203–213.
- FINGER, Stanley (1994). „History of neuropsychology“, in: Dahlia W. ZAIDEL (Hrsg.). *Neuropsychology*. San Diego, 29–58.
- FRIES, Pascal (2005). „A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence“, *Trends in Cognitive Sciences* 9, 474–480.
- GERLOFF, Christian, Brian CORWELL, Robert CHEN, Mark HALLETT und Leonardo COHEN (1998). „The role of the human motor cortex in the control of complex and simple finger movement sequences“, *Brain* 121, 1695–1709.
- GRAFTON, Scott, Paul SCHMITT, John VAN HORN und Jörn DIEDRICHSON (2008). „Neural substrates of visuomotor learning based on improved feedback control and prediction“, *Neuroimage* 39, 1383–1395.
- GRODZINSKY, Yosef. (2004). *Broca’s region*. Oxford.
- GROSS, Joachim, Jan KUJALA, Matti HÄMÄLÄINEN, Lars TIMMERMANN, Alfons SCHNITZLER und Riitta SALMELIN (2001). „Dynamic imaging of coherent sources: Studying neural interactions in the human brain“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98, 694–699.
- GROSS, Joachim, Lars TIMMERMANN, Jan KUJALA, Martin DIRKS, Frank SCHMITZ, Riitta SALMELIN und Alfons SCHNITZLER (2002). „The neural basis of intermittent motor control in humans“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99, 2299–2302.

- GROSS, Joachim, Bettina POLLOK, Martin DIRKS, Lars TIMMERMANN, Markus BUTZ und Alfons SCHNITZLER (2005). *Neuroimage* 26, 91–98.
- HÖHLE, Barbara (1995). *Aphasie und Sprachproduktion*. Berlin.
- HUTCHISON, William, Jonathan DOSTROVSKY, Judith WALTERS, Richard COURTEMANCHE, Thomas BORAUD, Daniel GOLDBERG und Peter BROWN (2004). „Neuronal oscillations in the basal ganglia and movement disorders: evidence from whole animal and human recordings“, *Journal of Neuroscience* 24, 9240–9243.
- JÄNCKE, Lutz, Rainer LOOSE, Kai LUTZ, Karsten SPECHT und Jon N. SHAH (2000). „Cortical activations during paced finger-tapping applying visual and auditory pacing stimuli“, *Cognitive Brain Research* 10, 51–66.
- KLIMESCH, Wolfgang, Paul SAUSENG und Simon HANSLMAYR (2007). „EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis“, *Brain Research Reviews* 53, 63–88.
- KOLERS, Paul A. und Joan M. BREWSTER (1985). „Rhythm and Responses“, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 11, 150–167.
- LEWIS, Patricia und Chris MIALL (2003). „Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: evidence from neuroimaging“, *Current Opinion in Neurobiology* 13, 250–255.
- LLINÁS, Rodolfo und Denis PARÉ (1995). „Role of intrinsic neuronal oscillations and network ensembles in the genesis of normal pathological tremors“, in: Lesley J. FINDLEY und William C. KOLLER (Hrsg.). *Handbook of tremor disorders*. New York, 7–36.
- PASCUAL-LEONE, Alvaro, Vincent WALSH und John ROTHWELL (2000). „Transcranial magnetic stimulation in cognitive neuroscience – virtual lesion, chronometry, and functional connectivity“, *Current Opinion in Neurobiology* 10, 232–237.
- PENHUNE, Virginia, Robert ZATORRE und Craig EVANS (1998). „Cerebellar contributions to motor timing: A PET study of auditory and visual rhythm reproduction“, *Journal of Cognitive Neuroscience* 10, 753–765.
- POLLOK, Bettina, Martin DIRKS, Joachim GROSS, Lars TIMMERMANN und Alfons SCHNITZLER (2004). „The Cerebral Oscillatory Network of Voluntary Tremor“, *Journal of Physiology (London)* 554, 871–878.
- POLLOK, Bettina, Joachim GROSS, Katharina MÜLLER, Gisa ASCHERSLEBEN und Alfons SCHNITZLER (2005). „The Cerebral Oscillatory Network Associated with Auditorily Paced Finger Movements“, *Neuroimage* 24, 646–655.
- POLLOK, Bettina, Joachim GROSS und Alfons SCHNITZLER (2006). „The left and the right brain: Asymmetry of interhemispheric communication in left-handed subjects“, *Experimental Brain Research* 175, 268–275.
- POLLOK, Bettina, Holger ROTHKEGEL, Alfons SCHNITZLER, Walter PAULUS und Nicolas LANG (2008). „Superior role of left dPMC for event timing of both hands“, *European Journal of Neuroscience* 27, 757–764.
- POLLOK, Bettina, Vanessa KRAUSE, Markus BUTZ und Alfons SCHNITZLER (2009a). „Modality specific functional interaction in sensorimotor synchronization“, *Human Brain Mapping* 30, 1783–1790.
- POLLOK, Bettina, Houssain MAKHLOUFI, Markus BUTZ, Joachim GROSS, Lars TIMMERMANN, Lars WOJTECKI und Alfons SCHNITZLER (2009b). „L-Dopa affects Functional Brain Networks in Parkinsonian Resting Tremor“, *Movement Disorders* 24, 91–98.
- REPP, Bruno (2005). „Sensorimotor synchronization: a review of the tapping literature“, *Psychonomic Bulletin & Review* 12, 969–992.
- RUBIA, Katya und Anna SMITH (2004). „The neural correlates of cognitive time management: a review“, *Acta Neurobiologiae Experimentalis* 64, 329–340.

- SALENIUS, Stephan, Sari AVIKAINEN, Seppo KAAKOLA, Riitta HARI und Peter BROWN (2002). „Defective cortical drive to muscle in Parkinson’s disease and its improvement with levodopa“, *Brain* 125, 491–500.
- SCHNITZLER, Alfons und Joachim GROSS (2005). „Normal and Pathological Oscillatory Communication in the Brain“, *Nature Reviews Neuroscience* 6, 285–296.
- SILBERSTEIN, Paul, Alek POGOSYAN, Andrea KÜHN, Garry HOTTON, Stephen TISCH, Andreas KUPSCH, Patricia DOWSEY-LIMOUSIN, Marwan I. HARIZ und Peter BROWN (2005). „Cortico-cortical coupling in Parkinson’s disease and its modulation by therapy“, *Brain* 128, 1277–1291.
- SÜDMEYER, Martin, Bettina POLLOK, Harald HEFTER, Joachim GROSS, Markus BUTZ, Lars WOJTECKI, Lars TIMMERMANN und Alfons SCHNITZLER (2006). „Synchronized brain network underlying postural tremor in Wilson’s disease“, *Movement Disorders* 21, 1935–1940.
- TIMMERMANN, Lars, Joachim GROSS, Martin DIRKS, Jens VOLKMANN, Hans-Joachim FREUND und Alfons SCHNITZLER (2002). „The cerebral oscillatory network of parkinsonian resting tremor“, *Brain* 126, 199–212.
- TIMMERMANN, Lars, Lars WOJTECKI, Joachim GROSS, Ralf LEHRKE, Jürgen VOGES, Mohammad MAAROUF, Harald TREUER, Volker STURM und Alfons SCHNITZLER (2004). „Ten-Hertz stimulation of subthalamic nucleus deteriorates motor symptoms in Parkinson’s disease“, *Movement Disorders* 19, 1328–1333.
- VARELA, Francisco, Jean-Philippe LACHAUX, Eugenio RODRIGUEZ und Jacques MARTINERIE (2001). „The brainweb: phase synchronization and large-scale integration“, *Nature Reviews Neuroscience* 4, 229–239.
- VOLKMANN, Jens, Marc JOLIOT, Alex MOGILNER, Andreas IOANNIDES, Fred LADO, Enrico FAZZINI, Urs RIBARY und Rodolfo LLINÁS (1996). „Central motor loop oscillations in parkinsonian resting tremor revealed by magnetoencephalography“, *Neurology* 46, 1359–1370.
- WOJTECKI, Lars, Lars TIMMERMANN, Silke JÖRGENS, Martin SÜDMEYER, Mohammad MAAROUF, Harald TREUER, Joachim GROSS, Ralf LEHRKE, Atanasios KOULOUSAKIS, Jürgen VOGES, Volker STURM und Alfons SCHNITZLER (2006). „Frequency-dependent reciprocal modulation of verbal fluency and motor functions in subthalamic deep brain stimulation“, *Archives of Neurology* 63, 1273–1276.
- WOJTECKI, Lars, Martin SÜDMEYER und Alfons SCHNITZLER (2007). „Therapie des idiopathischen Parkinson Syndroms“, *Deutsches Ärzteblatt* 104, A2513–A2521.



**WOLFGANG JANNI, PHILIP HEPP und  
DIETER NIEDERACHER**

**Der Nachweis von isolierten Tumorzellen  
in Knochenmark und Blut von Patientinnen  
mit primärem Mammakarzinom –  
Standardisierte Methodik und klinische Relevanz**

**Zusammenfassung**

Trotz wesentlicher Fortschritte in der systemischen Therapie des Mammakarzinoms und deutlicher Prognoseverbesserung sind Rezidive nach oft langer Latenzzeit für diese Erkrankung charakteristisch. Ausgangspunkt für eine Fernmetastasierung sind in der Regel isolierte Tumorzellen, die bereits früh im Verlauf der Erkrankung hämatogen disseminieren. Der Nachweis dieser minimalen Tumorresiduen (*minimal residual disease*, MRD) ist mit konventionellen bildgebenden Verfahren nicht möglich. Der immunzytochemische Nachweis isolierter Tumorzellen im Knochenmark ist die am besten validierte Methode, um Tumorresiduen zu detektieren. Die daraus gewonnenen Informationen über Prävalenz und Phänotyp der Tumorzellen lassen Rückschlüsse auf Tumorbiologie und individuelle Prognose zu und könnten in Zukunft in der adjuvanten Situation zu einer Optimierung der Therapie führen. Vom Universitätsklinikum Düsseldorf aus geleitet wird die derzeit weltweit größte Therapieoptimierungsstudie beim Mammakarzinom mit Einsatz eines MRD-Screenings zur Therapieentscheidung (SUCCESS-C-Studie). Die Detektion von minimalen Tumorresiduen nach Abschluss der Primärtherapie könnte die Beantwortung der von Patientinnen häufig gestellten Frage nach dem individuellen Erfolg adjuvanter Therapien in Zukunft erleichtern und Grundlage für die Einleitung einer „sekundär-adjuvanten Therapie“ im Rahmen der onkologischen Nachsorge sein.

**Einleitung**

Die meisten Mammakarzinompatientinnen versterben nicht an ihrem Primärtumor, sondern an Fernmetastasen, die sich auch noch Jahre nach der Behandlung des Primärtumors ausbilden können. So kommt es beim Mammakarzinom selbst bei etwa einem Drittel der Patientinnen mit negativen Achsellymphknoten im weiteren Verlauf der Erkrankung zu lokalen oder Fernmetastasen, auch wenn zum Zeitpunkt der Erstdiagnose keine Hinweise für eine Ausbreitung jenseits der Brust vorlagen.<sup>1</sup> Metastasen werden vermutlich durch eine okkulte hämatogene Ausbreitung der Tumorzellen früh im Krankheitsverlauf verursacht. Mehrere Studien unterstützen die Hypothese, dass isolierte Tumorzellen (ITZ), also minimale Tumorresiduen (MRD) im Knochenmark oder anderen Kompartimenten, als Vorläu-

---

<sup>1</sup> Vgl. DeVita (1989) sowie Rosner und Lane (1993).

fer klinisch manifester Fernmetastasen betrachtet werden können.<sup>2</sup> Damit erlaubt der frühe Nachweis einer minimalen Resterkrankung im Knochenmark potenziell eine genauere Risikostratifikation für nachfolgende Therapieentscheidungen oder auch für die individuelle Zusammenstellung weiterer herkömmlicher oder zielgerichteter Therapien (*targeted therapies*), damit diese Zellen beseitigt werden, bevor sie sich zu manifesten Metastasen entwickeln können. Die vorliegende Übersichtsarbeit befasst sich mit der Methodik, Standardisierung und klinischen Relevanz eines MRD-Nachweises im Knochenmark von Patientinnen mit Mammakarzinom.

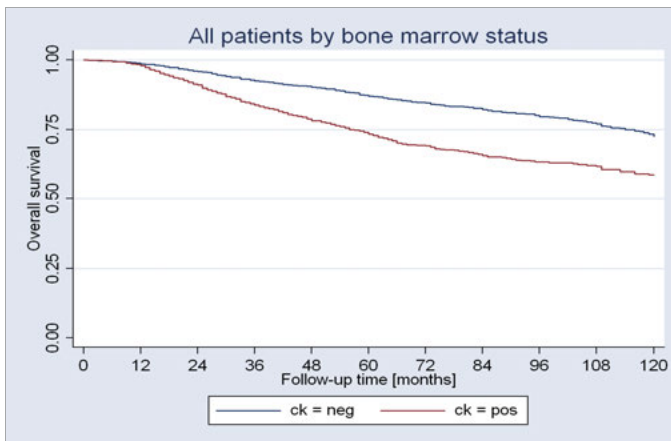


Abb. 1: Gesamtüberleben in Abhängigkeit vom Nachweis isolierter Tumorzellen im Knochenmark von Brustkrebspatientinnen zum Zeitpunkt der Primärdiagnose: Daten einer globalen *Pooled Analysis* (vgl. Braun *et al.* 2005)

## MRD-Nachweis im Knochenmark – Methodische Überlegungen

Die Familie der Zytokeratine (CK), die als Marker für disseminierte Karzinomzellen im Knochenmark, Blut und in Lymphknoten eingesetzt werden, besteht aus mehr als 20 Mitgliedern. Neuere Studien haben gezeigt, dass individuelle CK-Proteine in epithelialen Tumorzellen sehr heterogen exprimiert werden<sup>3</sup> und „Breitband“-Antikörper oder Antikörper-„Cocktails“, die gegen mehrere CK-Proteine gleichzeitig gerichtet sind, in der diagnostischen Sensitivität monospezifischen Antikörpern überlegen sind. In unseren Studien haben wir den monoklonalen Antikörper A45-B/B3, der unter anderem gegen Heterodimere aus CK-8/18 und CK-8/19 gerichtet ist, eingesetzt.<sup>4</sup> In umfangreichen Kontrollexperimenten an Knochenmarkproben von nahezu 200 Patienten ohne nachweisbares Karzinom konnten wir zeigen, dass normale Knochenmarkszellen in 99 Prozent der untersuchten Proben nicht

<sup>2</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000b), Cote *et al.* (1991), Diel *et al.* (1996), Gebauer *et al.* (2001), Gerber *et al.* (2001), Harbeck *et al.* (1994), Landys *et al.* (1998) sowie Mansi *et al.* (1999).

<sup>3</sup> Vgl. Woelfle *et al.* (2004).

<sup>4</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000b).



mit A45-B/B3 reagieren.<sup>5</sup> Darüber hinaus konnte durch aufwändige molekulare Charakterisierungsmethoden bewiesen werden, dass es sich bei den meisten A45-B/B3-positiven Zellen im Knochenmark um Tumorzellen handelt.<sup>6</sup>

Neben dem immunzytochemischen Ansatz ist die RT-PCR (reverse Transkriptase-Polymerasekettenreaktion) das zweite in vielen Untersuchungen verwendete Verfahren, um einzelne disseminierte Tumorzellen mit einer ausreichenden Sensitivität nachzuweisen. Um die Spezifität dieser Methode zu überprüfen, wurde in vielen Laboratorien eine Reihe von Oligonukleotidpaaren für organspezifische mRNA-Spezies auf ihre ektope Expression in normalen Knochenmarkszellen geprüft. Diese Analysen zeigten, dass einige der als „tumorspezifisch“ publizierten mRNA-Spezies, wie zum Beispiel CEA, erbB2-Onkogen, prostataspezifisches Membran-Antigen, CK18 mRNA, durchaus in „normalen“ Knochenmarkszellen nachgewiesen werden können.<sup>7</sup> Diese so genannte ektope (oder illegitime) Expression ist momentan eine der wesentlichen Limitationen beim Einsatz der hochempfindlichen RT-PCR-Methode zur Detektion einzelner, disseminierter Tumorzellen, da im Gegensatz zur immunozytologischen Methode keine morphologische Korrelation möglich ist. Ein Ausweg aus dieser Sackgasse könnte die Etablierung quantitativer RT-PCR-Verfahren sein, bei denen man einen so genannten *cut-off point* ermittelt, der eine Trennung zwischen der Expression in den Tumorzellen und der „normalen“ ektope Expression in den umgebenden hämatopoetischen Zellen ermöglichen soll. Darüber hinaus können hämatopoetische Zellen (zum Beispiel Granulozyten), die bei bestimmten PCR-Verfahren für das störende falsch-positive Signal verantwortlich sind, mit verbesserten Trennverfahren eliminiert werden. Eine im letzten Jahr publizierte Studie von griechischen Kollegen an 167 Patientinnen konnte sowohl eine signifikante Korrelation zwischen der Detektion von CK-19-mRNA-positiven Zellen im peripheren Blut mit dem rezidivfreien Überleben ( $p < 0,00001$ ) als auch dem Gesamtüberleben ( $p = 0,008$ ) demonstrieren.<sup>8</sup>

Für beide Nachweisverfahren gilt, dass für die Etablierung in der klinischen Praxis eine Reihe umfangreicher Kontrollen notwendig ist, auf die hier im Einzelnen nicht näher eingegangen werden soll. Eine Standardisierung der Verfahren verbunden mit einer Qualitätssicherung ist unbedingt notwendig. In den deutschsprachigen Ländern Europas wurde ein Konsensus unter der Schirmherrschaft der Deutschen Gesellschaft für Senologie unter dem Vorsitz von Professor Diethelm Wallwiener im Jahr 2005 erarbeitet, der im Folgenden näher erläutert werden soll.

## **Deutscher Konsensus zum Nachweis isolierter Tumorzellen im Knochenmark von Brustkrebspatientinnen**

In dem von Fehm *et al.* im Jahr 2006 publizierten Konsensuspapier wurden die wesentlichen Eckpunkte der Qualitätssicherung zur Detektion isolierter Tumorzellen im Knochenmark in einem international beachteten Rahmen veröffentlicht und somit ein wesentlicher Schritt zur Standardisierung der Methode unternommen.<sup>9</sup>

---

<sup>5</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000b).

<sup>6</sup> Vgl. Gangnus *et al.* (2004), Klein *et al.* (2002) sowie Schmidt-Kittler *et al.* (2003).

<sup>7</sup> Vgl. Bostick *et al.* (1998) sowie Zippelius *et al.* (1997).

<sup>8</sup> Vgl. Xenidis *et al.* (2006).

<sup>9</sup> Vgl. Fehm *et al.* (2006).

## **Knochenmarkaufarbeitung**

Zum Nachweis disseminierter Tumorzellen wird zunächst eine Anreicherung der mononukleären Zellschicht mittels Dichtegradientenzentrifugation durchgeführt. Zur Erhöhung der Nachweisrate kann gegebenenfalls eine positive oder negative immunmagnetische Separation angeschlossen werden, bei der entweder die Tumorzellen (positiv) angereichert oder die hämatopoetischen Zellen entfernt werden (negativ). Allerdings konnte für das KM bis dato keine Studie eindeutig zeigen, dass die immunmagnetische Separation zu einer Erhöhung der Positivitätsrate im Knochenmark führt. Aufgrund der höheren Kosten und der fehlenden Evidenz für eine Verbesserung der klinischen Aussagekraft ist die immunmagnetische Separation derzeit nicht für den Routinenachweis empfohlen.

Nach Anreicherung der mononukleären Zellschicht werden die Zellen gewaschen und ausgezählt. Um eine standardisierte Auswertung zu ermöglichen, sollte eine definierte Zellzahl auf den Objektträger aufgebracht werden. Eine Zellzahl von 0,5 bis  $1,0 \times 10^6$  pro Objektträger ermöglicht eine adäquate Zelldichte für eine manuelle beziehungsweise automatische Auswertung. Zur Verbesserung der Zelladhäsion sollten Poly-Lysin-beschichtete Objektträger verwendet werden. Die optimalen Lagerungsbedingungen für ungefärbte Objektträger beziehungsweise Zytospins sind noch nicht ausreichend untersucht worden. Die meisten Arbeitsgruppen empfehlen, die Präparate bei  $-20\text{ °C}$  beziehungsweise  $-80\text{ °C}$  zu lagern. Falls die immunhistochemische Färbung innerhalb von 24 Stunden erfolgt, ist eine Lagerung der Objektträger bei Raumtemperatur oder  $-4\text{ °C}$  ausreichend.

## **Fixierung der Knochenmarkpräparate**

Bisher ist noch kein optimales Fixierungsprotokoll für Knochenmarkpräparate definiert worden. In der Regel werden die getrockneten Zytospins vor Beginn der immunhistochemischen Färbung fixiert. Im Folgenden sind einige Beispiele für eine Fixierung aufgeführt: 0,5 Prozent oder vier Prozent gepuffertes Formalin für zehn Minuten bei Raumtemperatur, oder Paraformaldehyd für fünf Minuten bei Raumtemperatur, Azeton für zehn Minuten bei  $4\text{ °C}$  oder Raumtemperatur sowie eisgekühltes Methanol für fünf Minuten.

## **Immunzytochemische Färbung**

Der Goldstandard zur Detektion von disseminierten Tumorzellen im Knochenmark und Blut von Mammakarzinompatientinnen ist derzeit der immunzytochemische Nachweis unter Verwendung der APAAP-Technik. Zum Blocken der endogenen alkalischen Phosphatase ist der Einsatz von Levamisol (2mM) empfohlen. Alternativ können Blockinglösungen, die in den entsprechenden kommerziell erhältlichen Färbekits enthalten sind, verwendet werden. In den meisten Studien werden zum Tumorzellnachweis Anti-Zytokeratinantikörper wie zum Beispiel A45-B/B3 oder AE1/AE3 eingesetzt (Tab. 1). Antikörper, die gegen epitheliale Membranantigene wie EpCAM (epitheliales Adhäsionsmolekül), HMFG (humanes Milhfettglobulin) oder TAG 12 (tumorassoziertes Glykoprotein) gerichtet sind, sollten nicht als alleiniger Detektionsantikörper verwendet werden, da die Sensitivität der Anti-Membranantigen-Antikörper im Vergleich zu den Anti-Zytokeratinantikörpern geringer ist. Allerdings lässt die derzeitige Datenlage noch keinen Schluss zu, welcher Zytokeratinantikörper für den Tumorzellnachweis im Knochenmark standardmäßig verwendet werden soll.

Publikation	Anzahl der Patientinnen	Detektrionsrate (in Prozent)	Marker	Material	Methode	prognostische Relevanz
Coombes <i>et al.</i> (1986)	269	23	E29	Aspirat	ICC	DFS
Schlimok <i>et al.</i> (1987)	155	18	CK18	Aspirat	ICC	DDFS
Porro <i>et al.</i> (1988)	159	16	Mbr1	Biopsie	ICC	–
Kirk <i>et al.</i> (1990)	25	48	LICR.LON.M8.4	Aspirat	ICC	–
Salvadori <i>et al.</i> (1990)	121	17	Mbr1	Biopsie	ICC	–
Mathieu <i>et al.</i> (1990)	93	1	KL1	Biopsie	ICC	–
Courtemanche <i>et al.</i> (1991)	50	8	LICR.LON.M8.4	Biopsie	ICC	–
Dearnaley <i>et al.</i> (1991)	37	33	EMA	Aspirat	ICC	DFS, OS
Singletery <i>et al.</i> (1991)	71	38	AE-1, AE-3, MAK 6, 113F1, 260F9, 317G5	Aspirat	ICC	–
Cote <i>et al.</i> (1991)	49	37	T16, C26, AE-1	Aspirat	ICC	DFS, OS
Harbeck <i>et al.</i> (1994)	100	38	E29, Moll, 12H12	Aspirat	ICC	DFS, OS*
Diel <i>et al.</i> (1996)	727	43	2E11	Aspirat	ICC	DFS, OS*
Funke <i>et al.</i> (1996)	234	38	CK18	Aspirat	ICC	n. d.
Molino <i>et al.</i> (1997)	109	38	Mbr1/8	Aspirat	ICC	–
Landys <i>et al.</i> (1998)	128	19	AE-1, AE-3	Biopsie	ICC	DFS, OS*
Untch <i>et al.</i> (1999)	581	28	CK18	Aspirat	ICC	–
Mansi <i>et al.</i> (1999)	350	25	E29	Aspirat	ICC	DFS, OS
Braun <i>et al.</i> (2000b)	552	36	A45-B/B3	Aspirat	ICC	DDFS, OS*
Gerber <i>et al.</i> (2001)	554	31	CK8, 18, 19	Aspirat	ICC	DFS, OS*
Gebauer <i>et al.</i> (2001)	393	42	CK/EMA	Aspirat	ICC	DFS*, OS
Datta <i>et al.</i> (1994)	34	26	CK19	Aspirat	RT-PCR	DFS
Fields <i>et al.</i> (1996)	83	71	CK19	Aspirat	RT-PCR	DFS
Vannucchi <i>et al.</i> (1998)	33	48	CK19	Biopsie	RT-PCR	DFS
Slade <i>et al.</i> (1999)	23	61	CK19	Aspirat	RT-PCR	–
Wiedswang <i>et al.</i> (2003)	817	13	AE-1, AE-3	Aspirat	ICC	DDFS, OS*
Braun <i>et al.</i> (2003), Braun <i>et al.</i> (2005)	4.703	31	A45-B/B3	Aspirat	ICC	OS*
Xenidis <i>et al.</i> (2006)	167	22	CK19	peripheres Blut	RT-PCR	DFS, OS

Tab. 1: Prognostische Relevanz des Nachweises isolierter Tumorzellen von Brustkrebspatientinnen. Abkürzungen: CK = Cytokeratin; DFS = rezidivfreies Überleben; DDFS = fernmetastasenfreies Überleben; ICC = Immunocytochemie; OS = Gesamtüberleben; RT-PCR = *reverse-transcriptase polymerase chain reaction*; n. d. = nicht durchgeführt. \* prognostische Relevanz in multivariater Analyse

## Qualitätskontrollen

Die Verwendung von geeigneten Qualitätskontrollen ist eine Grundvoraussetzung, um reproduzierbare und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Aus diesem Grund sollten grundsätzlich negative und positive Färbekontrollen eingeschlossen werden. Als negative Kontrollen eignen sich zum einen Leukozyten gesunder Blutspender beziehungsweise von Patienten mit benignen Erkrankungen. Zum anderen sollten zusätzlich isotypidentische Antikörperkontrollen (IgG) mit einem nichtspezifischen Antikörper durchgeführt werden, um eine unspezifische Antikörperbindung auszuschließen. Als positive Färbekontrollen werden Zelllinien wie SKBR3, MCF-7 oder BT-20 verwendet. Bis dato nicht zwingend empfohlen, aber durchaus sinnvoll, ist zusätzlich die Durchführung von routinemäßigen

Spiking-Experimenten mit Zelllinien, zum Beispiel 1.000 SKBR3-Zellen per  $10^6$  Leukozyten, um die Sensitivität der Nachweismethode zu bestimmen und die Inter-Assay-Variabilität zu evaluieren. Falls zukünftig Multicenterstudien durchgeführt werden, müssen diese Qualitätskontrollen Pflicht werden. Darüber hinaus wird im Rahmen der Qualitätssicherung zusätzlich die Durchführung von Ringversuchen obligat werden.

### **Auswertung der Knochenmarkaspirate**

Die Auswertung der Objektträger muss in der Regel geblindet und durch zwei unabhängige, zytologisch erfahrene Ärzte (alternativ Zytologieassistentin und Arzt) erfolgen. Insgesamt sollten  $2 \times 10^6$  Zellen pro Patientin (entspricht zwei bis vier Zytospins, je nach aufgebrachtener Zellzahl) ausgewertet werden. Analog werden auch bei den negativen  $n^{66}$ Kontrollen  $2 \times 10^6$  Zellen analysiert. Die Auswertung kann auch automatisiert erfolgen. Hierzu werden die Objektträger durch ein automatisiertes Mikroskop mit Bildverarbeitungssystem voruntersucht und die gespeicherten „tumorzelltypischen Ereignisse“ vom Untersucher verifiziert. Die definitive Entscheidung wird somit weiterhin durch die Untersucher – idealerweise zwei – getroffen. Die automatisierte Auswertung bietet zahlreiche Vorteile: Zum einen wird der Zeitaufwand zum Durchmustern (Screening) der Objektträger deutlich reduziert. Zum anderen scheint die Sensitivität im Vergleich zur manuellen Auswertung höher zu sein. Darüber hinaus können die positiven Ereignisse einfach dokumentiert und deren Lokalisation gespeichert werden, so dass eine Zweitbefundung erleichtert wird.

Neben der immunhistochemischen Anfärbung sollten zusätzlich zytomorphologische Kriterien mit einbezogen werden, die den malignen Charakter der detektierten Zellen bestätigen. Die International Society for Cellular Therapy (ISCT) hat zu diesem Zweck Empfehlungen zur zytomorphologischen und immunhistochemischen Identifikation von disseminierten Tumorzellen herausgegeben (wie in Tab. 2 zusammengefasst). Die Kernkonsensusempfehlungen sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengefasst.

### **Prognostische Relevanz isolierter Tumorzellen zum Zeitpunkt der Primärdiagnose eines Mammakarzinoms**

Mehr als tumorbiologische Fragen steht aus der klinischen Perspektive die prognostische Bedeutung von *Minimal Residual Disease* beim Mammakarzinom, vor allem im „wissenschaftlichen Wettstreit“ mit dem axillären Nodalstatus, im Vordergrund. Bei etwa einem Drittel nodalnegativer Patientinnen mit Mammakarzinom kommt es im weiteren Verlauf der Erkrankung zur Metastasierung, obwohl zum Zeitpunkt der Primärdiagnose keine Tumorzell dissemination in die axillären Lymphknoten nachgewiesen werden konnte.<sup>10</sup> Diese Metastasierung wird vermutlich von einer frühzeitig in der Erkrankung auftretenden, okkulten hämatogenen Streuung von Tumorzellen verursacht. Die Ergebnisse mehrerer Studien unterstützen die Hypothese, dass die Disseminierung isolierter Tumorzellen ins Knochenmark eine Vorstufe auf dem Weg zur klinisch evidenten Metastasierung darstellt.<sup>11</sup> Diese Daten verweisen auf die potenzielle Möglichkeit, Patientinnen mit hohem

<sup>10</sup> Vgl. DeVita (1989) sowie Rosner und Lane (1993).

<sup>11</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000b), Cote *et al.* (1991), Diel *et al.* (1996), Gebauer *et al.* (2001), Gerber *et al.* (2001), Harbeck *et al.* (1994), Landys *et al.* (1998) sowie Mansi *et al.* (1999).

**Zytomorphologie und Phänotyp disseminierter Tumorzellen**

- vergrößerter Zellkern
- Verhältnis Zellkern/Zytoplasma < 1
- granulierter Zellkern (unregelmäßige Struktur des Zellkerns)
- große Nukleoli
- Zellcluster
- starkes und/oder unregelmäßig gefärbtes Zytoplasma
- immunzytologische Färbung bedeckt zumindest partiell Zellkern
- einzelne Zytokeratinfilamente sind erkennbar (netzartige Struktur)

Tab. 2: Zytomorphologische und phänotypische Merkmale disseminierter Tumorzellen unter Verwendung von Anti-Zytokeratinantikörper und der APAAP-Detektionmethode (vgl. Weckermann *et al.* 1999 sowie Mathieu *et al.* 1990)

1. Mindestens fünf bis zehn Milliliter Knochenmark sollten jeweils von zwei Seiten des vorderen oder hinteren Beckenkamms entnommen werden. Als Antikoagulans kann entweder Heparin (zwei Milliliter) oder EDTA (zwei Prozent w/v) verwendet werden.
2. Die Knochenmarkproben sollten innerhalb von 48 Stunden verarbeitet werden. Falls keine sofortige Verarbeitung des Knochenmarks möglich ist, sollte die Lagerungstemperatur zwischen 4 °C und 20 °C liegen.
3. Zur Anreicherung der mononukleären Zellschicht sollte eine Dichtegradientenzentrifugation mit Ficoll™ durchgeführt werden.
4. Falls die Objektträger beziehungsweise Zytospins innerhalb von 48 Stunden immunzytochemisch gefärbt werden, können diese bei 4 °C oder Raumtemperatur gelagert werden. Ansonsten sollte die Lagerungstemperatur der Objektträger –20 °C bis –80 °C betragen.
5. Für die Fixierung kann derzeit kein Standard definiert werden. Übliche Fixierungen sind gepuffertes Formalin (zehn Minuten, RT) oder Azeton (fünf Minuten oder zehn Minuten, 4 °C). Alternativ können die Objektträger mit p-Formaldehyd (fünf Minuten, RT) oder eisgekühltem Methanol fixiert werden.
6. Zum immunzytochemischen Nachweis disseminierter Tumorzellen sollten Anti-Zytokeratinantikörper, wie zum Beispiel A 45-B/B3 und AE 1/AE3, oder monoklonale Panzytokeratinantikörper mit validierter Spezifität verwendet werden. Als Detektionssystem sollte das APAAP-System eingesetzt werden.
7. Die endogene alkalische Phosphatase sollte mit Levamisol (oder mit einem kommerziell erhältlichen Blocking-Reagenz) geblockt werden.
8. Mammakarzinom-Zelllinien (zum Beispiel MCF-7 oder SKBR3) sowie Leukozyten gesunder Blutspender sollten als Positiv- beziehungsweise Negativkontrollen verwendet werden. Zusätzlich sollten isotypen-gematchte Kontrollen (IgG) als Negativkontrollen mitgeführt werden.
9. Sowohl für den Nachweis disseminierter Tumorzellen als auch für die negativen (isotypen-gematchten) Kontrollen müssen mindestens  $2 \times 10^6$  Zellen gefärbt und von zwei unabhängigen Untersuchern geblindet ausgewertet werden.

Tab. 3: Empfehlung I: Richtlinien für den standardisierten Nachweis von disseminierten Tumorzellen im Knochenmark mittels Immunzytochemie

**Positiv:** Zytokeratinpositive/immunzytochemisch positive Zellen, Morphologie entsprechend einer disseminierten Tumorzelle (Anzahl der disseminierten Tumorzellen sollte dokumentiert werden.)

**Negativ:** Kein Nachweis von immunzytochemisch positiven Zellen oder nur Nachweis von immunzytochemisch positiven Zellen, jedoch zytomorphologisch nicht tumorzellartig, zum Beispiel hämatopoetische Zelle, squamöse (epidermale) Zellen

Tab. 4: Empfehlung II: Klassifizierung zytokeratinpositiver Zellen

Rezidivrisiko zum Zeitpunkt der Primärdiagnose durch Nachweis disseminierter Tumorzellen im Knochenmark zu identifizieren.

Eine ausreichende methodische Validierung liegt bisher hauptsächlich für die immunzytochemische Detektion mittels Zytokeratinantikörper vor, die an Bestandteile des epithelialen Zellskeletts binden.<sup>12</sup> Da epitheliale Zellen im Knochenmark natürlicherweise nicht vorkommen, ist Zytokeratin als Marker zum Nachweis von Tumorzellen geeignet, die von epithelialen Karzinomen wie dem Mammakarzinom gestreut wurden. Die Rate falsch-positiver Ergebnisse liegt dabei bei etwa einem Prozent.<sup>13</sup> Durch eine zusätzliche morphologische Beurteilung kann der falsch-positive Befund hämatopoetischer Zellen weiter reduziert werden.<sup>14</sup> Für diese Nachweismethode sprechen außerdem Studien, die an zytokeratinpositiven Zellen ähnliche phänotypische Eigenschaften beschreiben, wie sie für maligne Zellen solider Tumore charakteristisch sind, zum Beispiel die Expression von HER2/neu.<sup>15</sup> Darüber hinaus belegen einige aktuelle Studien die maligne Natur isolierter Tumorzellen durch den Nachweis chromosomaler Aberrationen in diesen Zellen anhand von Fluoreszenz-*in-situ*-Hybridisierung und genomischer Einzelzellhybridisierung.<sup>16</sup>

Da der Nachweis isolierter Tumorzellen im Knochenmark nicht durchweg mit etablierten prognostischen Faktoren zum Zeitpunkt der Primärdiagnose korreliert, stellt er einen Parameter dar, der unabhängig von herkömmlichen klinischen und pathologischen Kriterien zusätzliche prognostische Informationen liefern kann. Während die meisten Studien eine prognostische Relevanz isolierter Tumorzellen belegen,<sup>17</sup> ist auch eine Reihe von Arbeiten publiziert, die keinen Zusammenhang mit dem rezidivfreien oder Gesamtüberleben bestätigen konnten.<sup>18</sup> Die meisten Studien, die keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Überleben aufzeigen konnten, sind ältere Studien, in denen Knochenmarkbiopsien mit Hilfe von Glycolipidantikörpern oder Mucinantikörpern untersucht wurden. Zudem waren die Fallzahlen in diesen Studien häufig klein.<sup>19</sup>

Die Frage, ob der Knochenmarkbefall einen unabhängigen prognostischen Marker darstellt, wurde kürzlich durch die Daten der *Pooled Analysis* zusammenfassend geklärt.<sup>20</sup> Im Rahmen dieser Analyse wurden die Überlebensdaten von 4.703 Mammakarzinompatientinnen in den Stadien I bis III aus neun verschiedenen Zentren hinsichtlich des Knochenmarkstatus ausgewertet. Die Positivitätsrate im Knochenmark betrug insgesamt 31 Prozent. Der positive Knochenmarkstatus war ein unabhängiger prognostischer Marker für das Gesamtüberleben sowie das mammakarzinomspezifische Überleben. Mit dieser Arbeit

---

<sup>12</sup> Vgl. Braun und Pantel (1998) sowie Pantel *et al.* (1994).

<sup>13</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000b).

<sup>14</sup> Vgl. Borgen *et al.* (2001) sowie Borgen *et al.* (1998).

<sup>15</sup> Vgl. Pantel *et al.* (1993) sowie Putz *et al.* (1999).

<sup>16</sup> Vgl. Klein *et al.* (2002), Schmidt-Kittler *et al.* (2003), Weckermann *et al.* (1999), Meng *et al.* (2004) sowie Solakoglu *et al.* (2002).

<sup>17</sup> Vgl. Cote *et al.* (1991), Gebauer *et al.* (2001), Gerber *et al.* (2001), Harbeck *et al.* (1994), Landys *et al.* (1998), Mansi *et al.* (1999), Braun *et al.* (2003), Diel *et al.* (1998), Schlimok *et al.* (1987), Wiedswang *et al.* (2003), Fields *et al.* (1996), Datta *et al.* (1994) sowie Vannucchi *et al.* (1998).

<sup>18</sup> Vgl. Cote *et al.* (1991), Courtemanche *et al.* (1991), Funke *et al.* (1996), Molino *et al.* (1997), Porro *et al.* (1988), Salvadori *et al.* (1990), Slade *et al.* (1999), Untch *et al.* (1999), Mathieu *et al.* (1990) sowie Singletary *et al.* (1991).

<sup>19</sup> Vgl. Pantel *et al.* (2003).

<sup>20</sup> Vgl. Braun *et al.* (2005).

besteht für die prognostische Relevanz von isolierten Tumorzellen im Knochenmark nun ein *Level of Evidence I* nach Oxford; diese dürfte somit als gesichert gelten.

## Der potenzielle Stellenwert nach der Primärtherapie

Während die prognostische Relevanz des Nachweises isolierter Tumorzellen im Knochenmark von Brustkrebspatientinnen zum Zeitpunkt der Primärdiagnose damit als gesichert gelten kann, wird die klinische Relevanz dieser Befunde durch das derzeit gebräuchliche Therapieverhalten in der Adjuvanz deutlich limitiert. Nach dem noch aktuell gültigen Therapiestandard des Consensus Meeting von St. Gallen 2005 (und unverändert 2007) sowie den Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Gynäkologische Onkologie (AGO) erhalten circa 80 Prozent der erstdiagnostizierten Brustkrebspatientinnen eine zytostatische und/oder endokrine Therapie im Rahmen der Primärbehandlung.<sup>21</sup> Bei Patientinnen sollte aufgrund fehlender prospektiver Studien und möglicherweise mangelnder Sensitivität nach Meinung der Autoren die nach den Leitlinien vorgeschlagene Therapie bei fehlendem Nachweis isolierter Tumorzellen im Knochenmark *nicht* unterlassen werden. Ein tumorzellpositiver Knochenmarkbefund bietet hingegen aufgrund der vorliegenden Daten durchaus eine ausreichende Grundlage, die Indikation für eine adjuvante, vor allem endokrine Therapie zu stellen. Allerdings dürfte dieses Kollektiv aufgrund der niedrigen Prävalenz tumorzellpositiver Knochenmarkbefunde in den sehr frühen Tumorstadien unter fünf Prozent aller erstdiagnostizierten Brustkrebspatientinnen liegen.

Von wesentlich größerer Bedeutung könnte der Nachweis von persistierenden Tumorzellen nach Ende der Chemotherapie oder während der onkologischen Nachsorge, vor allem auch im Hinblick auf neuere zielgerichtete Therapien sein. Bereits im Jahr 2000 konnte in einer kleineren Studie an 59 Hochrisikopatientinnen gezeigt werden, dass Frauen mit Nachweis von isolierten Tumorzellen im Knochenmark direkt nach Beendigung der Chemotherapie eine signifikant schlechtere Überlebensprognose hatten als jene, die zu diesem Zeitpunkt einen negativen Knochenmarkbefund aufwiesen ( $p = 0,011$ ).<sup>22</sup>

Verschiedene Einzelstudien gingen, basierend auf diesen Daten, der Frage nach, ob persistierende Tumorzellen im Knochenmark von fernmetastasenfreien Brustkrebspatientinnen in der onkologischen Nachsorge eine prognostische Relevanz besitzen. Eine gemeinsame Analyse der Daten von 726 Patientinnen aus den Universitätsklinika Tübingen, München und Oslo bestätigte frühere unizentrische Ergebnisse: Das Gesamtüberleben unter den 15,4 Prozent der untersuchten Patientinnen mit Nachweis von persistierenden Tumorzellen im peripheren Blut unterschied sich um 62 Monate ( $p < 0,0001$ ; Abb. 2).<sup>23</sup>

Der Nachweis von persistierenden isolierten Tumorzellen im Knochenmark als Bestandteil der onkologischen Nachsorge könnte zukünftig als Surrogatmarker für die Notwendigkeit einer sekundär-adjuvanten Therapie dienen. In der vor kurzem erfolgreich in ihrer Rekrutierung beendeten SUCCESS-Studie wurde mit Hilfe eines immunzytochemischen Ansatzes (CellSearch, Veridex) die Wertigkeit persistierender Tumorzellen im peripheren Blut untersucht. Auf der Jahrestagung der American Society of Clinical Oncology (ASCO) 2008 konnten die ersten Ergebnisse des translationalen Forschungsprogramms

---

<sup>21</sup> Vgl. Goldhirsch *et al.* (2005).

<sup>22</sup> Vgl. Braun *et al.* (2000a).

<sup>23</sup> Vgl. Janni *et al.* (2006).

### Breast Cancer Specific Overall Survival

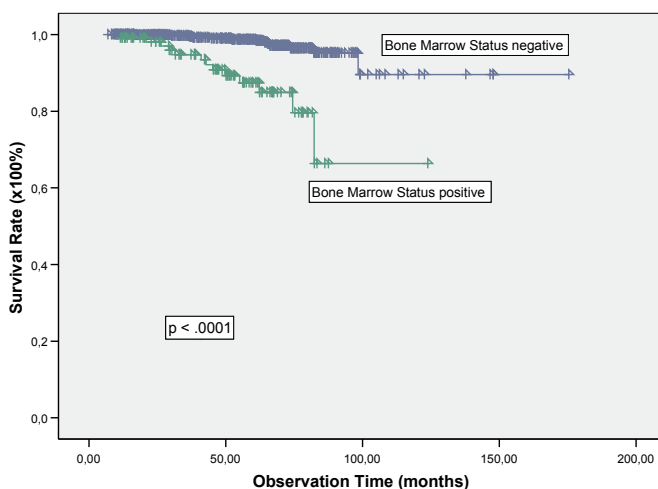


Abb. 2: Gesamtüberleben in Abhängigkeit persistierender Tumorzellen im Knochenmark im Intervall nach Operation: Daten einer europäischen *Pooled Analysis* (vgl. Janji *et al.* 2006)

der SUCCESS-Studie im Rahmen eines Vortrags präsentiert werden. Der Beitrag wurde außerdem mit dem ASCO Merit Award ausgezeichnet. Brigitte Rack berichtete über die Ergebnisse der Blutuntersuchungen von 1.500 Patientinnen vor Beginn der systemischen Therapie und nach Ende der Chemotherapie auf zirkulierende Tumorzellen (CTCs) im peripheren Blut. Während vor Therapiebeginn zehn Prozent der Patientinnen CTCs hatten, wurden nach der Therapie bei neun Prozent epitheliale Zellen gefunden. Von den klassischen Prognoseparametern korrelierte lediglich der Nachweis von Lymphknotenmetastasen mit einem positiven CTC-Status. Während bei einer medianen Nachbeobachtung von zwölf Monaten der Nachweis von CTCs vor Therapiebeginn keinen Einfluss auf die Prognose hatte, war der Nachweis persistierender zirkulierender Tumorzellen nach Chemotherapie sowohl mit einem verkürzten rezidivfreien ( $p = 0,04$ ) als auch Gesamtüberleben ( $p = 0,03$ ) assoziiert.

Mit der gleichen Methodik wurde auch im Rahmen der neoadjuvanten Studie Gepar-Quattro eine Begleituntersuchung zum Stellenwert des präoperativen Nachweises von Tumorzellen im Blut durchgeführt.

Vom Universitätsklinikum Düsseldorf aus geleitet wird die derzeit weltweit größte Therapieoptimierungsstudie beim Mammakarzinom mit Einsatz eines MRD-Screenings zur Therapieentscheidung (SUCCESS-C-Studie). Drei wichtige Fragestellungen stehen im Fokus: Es geht vordergründig um die Bedeutung einer anthrazyklinfreien Therapie für die Prognose dieser Patientinnen. Die Frage ist, ob auf den Einsatz von Anthrazyklinen und das damit einhergehende erhöhte kardiale Risiko verzichtet werden kann. Außerdem wird erstmals in Deutschland der Frage nachgegangen, ob eine so genannte Lifestyle-Intervention – Ernährungsumstellung, Fettreduktion, körperliche Aktivität – die Prognose



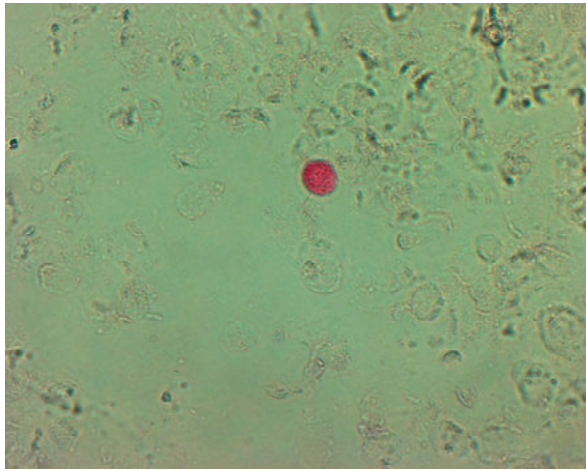


Abb. 3: Immunzytochemischer Nachweis einer isolierten Tumorzelle im Knochenmark mit dem Pancytokeratin-Antikörper A45-B/B3 (zahlreiche nicht angefärbte Knochenmarkszellen in der Umgebung sichtbar)

der Patientinnen verbessert. Die dritte Frage betrifft die beste adjuvante endokrine Therapiestrategie bei postmenopausalen Patientinnen mit hormonsensiblen Karzinom und noch vorhandenen (persistierenden) CTCs.

In die bundesweit laufende SUCCESS-C-Studie können Patientinnen mit HER2-negativem Mammakarzinom nach R0-Resektion und ohne Nachweis von Fernmetastasen (pT1-4, pN0-3, pM0) rekrutiert werden. Die Patientinnen werden zum Vergleich einer anthrazyklinhaltigen mit einer anthrazyklinfreien adjuvanten Chemotherapie in zwei Therapiearmen randomisiert. In beiden Therapiearmen erhalten die Patientinnen eine hochmoderne docetaxelhaltige Chemotherapie. Verglichen werden sechs Zyklen Docetaxel/Cyclophosphamid (TC; ohne Anthrazyklin) mit drei Zyklen FEC gefolgt von drei Zyklen Docetaxel (FEC-Doc). Primärer Endpunkt ist hierbei der Vergleich der erkrankungsfreien Überlebenszeit (DFS) der jeweiligen Therapieregime und die erkrankungsfreie Überlebenszeit mit und ohne Lifestyle-Intervention.

Da Anthrazykline mit einem erhöhten kardiotoxischen Risiko einhergehen, ließe sich bei vergleichbarer Wirksamkeit beider Regime auf das Anthrazyklin verzichten und die Toxizität der Behandlung ohne Wirksamkeitseinbuße reduzieren. Internationale Studiendaten weisen darauf hin, dass Patientinnen mit HER2-negativem Mammakarzinom keinen zusätzlichen Vorteil von einer anthrazyklinhaltigen adjuvanten Chemotherapie haben. So war das anthrazyklinfreie TC-Regime in einer US-amerikanischen Phase-III-Studie insgesamt der Kombination Doxorubicin/Cyclophosphamid (AC) statistisch signifikant überlegen. In der Subgruppe der HER2-negativen Patientinnen war ebenfalls ein Trend hinsichtlich der Überlegenheit der anthrazyklinfreien Kombination TC erkennbar.

Nach Beendigung der Chemotherapie besteht für Patientinnen mit erhöhtem Body-Mass-Index (BMI; 24 bis 40 Kilogramm pro Quadratmeter die Möglichkeit, eine zwei-jährige Diät mit körperlichem Trainingsprogramm anzuschließen. Die Patientinnen wer-

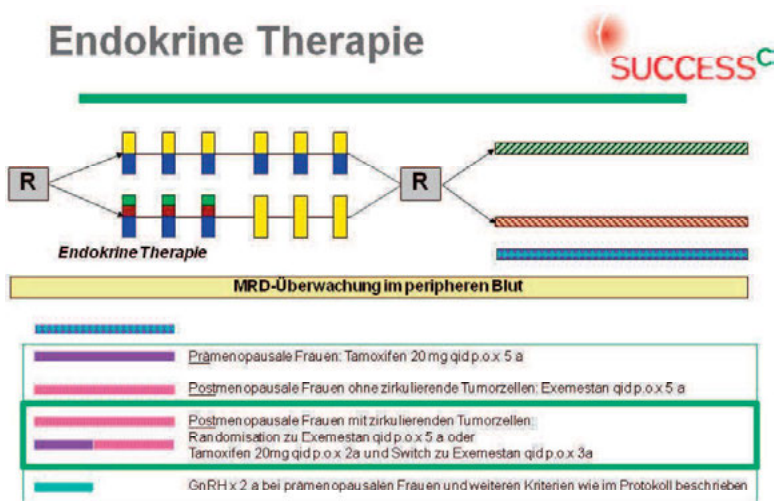


Abb. 4: Immunzytochemischer Nachweis von zirkulierenden Tumorzellen im peripheren Blut innerhalb der SUCCESS-C-Studie mit dem CellSearch System (Veridix Inc.)

den erneut randomisiert – in eine Kontrollgruppe und in eine, die von einem persönlichen Lifestyle-Coach betreut wird, der sie bei der Umstellung ihrer Lebensgewohnheiten und der Gewichtsreduktion unterstützt. Damit bietet die Studie den Patientinnen die Möglichkeit, ihre Prognose unabhängig von einer Medikation und möglichen Nebenwirkungen zu verbessern. Ausgangspunkt für diesen Ansatz waren die Ergebnisse einer großen US-amerikanischen Interventionsstudie bei Brustkrebspatientinnen, wonach eine Reduktion der Fettzufuhr die rezidivfreie Zeit statistisch signifikant verlängert.

Außerdem ist die SUCCESS-C-Studie weltweit die erste Studie zur endokrinen Intervention auf der Grundlage moderner CTC-Technologie: Zur Beantwortung der Frage nach der besten adjuvanten endokrinen Therapiestrategie für postmenopausale Patientinnen mit HER2-negativem und hormonrezeptorpositivem Mammakarzinom, bei denen nach abgeschlossener Chemotherapie CTCs im peripheren Blut nachweisbar sind, erhalten die Patientinnen über fünf Jahre alternativ eine Upfront-Therapie mit dem Aromatasehemmer Exemestan oder eine Sequenz mit Tamoxifen gefolgt von Exemestan. Endpunkt ist der CTC-Nachweis als früher Marker für ein Therapiemonitoring.

## Fazit

Level-I-Evidenz belegt, dass der positive Knochenmarkstatus eindeutig als unabhängiger prognostischer Marker beim Mammakarzinom gewertet werden kann. Derzeit ist der Stellenwert des Nachweises von isolierten Tumorzellen im Knochenmark zum Zeitpunkt der Primärdiagnose jedoch durch den hohen Anteil systemtherapierter Patientinnen limitiert. Der Nachweis von zirkulierenden Tumorzellen im peripheren Blut ist beim primären Mammakarzinom hingegen noch nicht evidenzbasiert und Gegenstand zahlreicher Studien.

Der Hauptvorteil des Nachweises minimaler Tumorresiduen liegt in der Möglichkeit serieller Bestimmungen im Laufe der Erkrankung oder auch im Rahmen der onkologischen Nachsorge. Persistierende isolierte Tumorzellen könnten in Zukunft ein interessantes Target sekundär-adjuvanter Therapien darstellen, um die Heilungschancen von Patientinnen mit primären Mammakarzinom zu verbessern.

## Literatur

- BORGEN, E., K. BEISKE, S. TRACHSEL, J. M. NESLAND, G. KVALHEIM, T. K. HERSTAD, E. SCHLICHTING, H. QVIST und B. NAUME (1998). „Immunocytochemical detection of isolated epithelial cells in bone marrow: non-specific staining and contribution by plasma cells directly reactive to alkaline phosphatase“, *Journal of Pathology* 185, 427–434.
- BORGEN, E., B. NAUME, J. M. NESLAND, K. W. NOWELS, N. PAVLAK, I. RAVKIN und S. GOLDBARD (2001). „Use of automated microscopy for the detection of disseminated tumor cells in bone marrow samples“, *Cytometry* 46, 215–221.
- BOSTICK, P. J., S. CHATTERJEE, D. D. CHI, K. T. HUYNH, A. E. GIULIANO, R. COTE und D. S. HOON (1998). „Limitations of specific reverse-transcriptase polymerase chain reaction markers in the detection of metastases in the lymph nodes and blood of breast cancer patients“, *Journal of Clinical Oncology* 16, 2632–2640.
- BRAUN, S. und K. PANTEL (1998). „Prognostic significance of micrometastatic bone marrow involvement“, *Breast Cancer Research and Treatment* 52, 201–216.
- BRAUN, S., C. KENTENICH, W. JANNI, F. HEPP, J. DE WAAL, F. WILLGEROTH, H. SOMMER und K. PANTEL (2000a). „Lack of effect of adjuvant chemotherapy on the elimination of single dormant tumor cells in bone marrow of high-risk breast cancer patients“, *Journal of Clinical Oncology* 18, 80–86.
- BRAUN, S., K. PANTEL, P. MULLER, W. JANNI, F. HEPP, C. R. KENTENICH, S. GASTROPH, A. WISCHNIK, T. DIMPFL, G. KINDERMANN, G. RIETHMULLER und G. SCHLIMOK (2000b). „Cytokeratin-positive cells in the bone marrow and survival of patients with stage I, II, or III breast cancer“, *New England Journal of Medicine* 342, 525–533.
- BRAUN, S., F. VOGL, G. SCHLIMOK, I. DIEL, W. JANNI, B. GERBER, G. GEBAUER, R. C. COOMBES, J.-Y. PIERGA, B. NAUME, K. PANTEL (2003). „Pooled analysis of prognostic impact of bone marrow micrometastases: 10 year survival 4199 breast cancer patients“, *Breast Cancer Research and Treatment* 67, 85–91.
- BRAUN, S., F. D. VOGL, B. NAUME, W. JANNI, M. P. OSBORNE, R. C. COOMBES, G. SCHLIMOK, I. J. DIEL, B. GERBER, G. GEBAUER, J. Y. PIERGA, C. MARTH, D. ORUZIO, G. WIEDSWANG, E. F. SOLOMAYER, G. KUNDT, B. STROBL, T. FEHM, G. Y. WONG, J. BLISS, A. VINCENT-SALOMON und K. PANTEL (2005). „A pooled analysis of bone marrow micrometastasis in breast cancer“, *New England Journal of Medicine* 353, 793–802.
- COOMBES, R. C., U. BERGER, J. MANSI, H. REDDING, T. J. POWLES, A. M. NEVILLE, A. MCKINNA, A. G. NASH, J. C. GAZET, H. T. FORD *et al.* (1986). „Prognostic significance of micrometastases in bone marrow in patients with primary breast cancer“, *National Cancer Institute Monography*, 51–53.
- COTE, R. J., P. P. ROSEN, M. L. LESSER, L. J. OLD und M. P. OSBORNE (1991). „Prediction of early relapse in patients with operable breast cancer by detection of occult bone marrow micrometastases“, *Journal of Clinical Oncology* 9, 1749–1756.
- COURTEMANCHE, D. J., A. J. WORTH, R. W. COUPLAND und J. K. MACFARLANE (1991). „Detection of micrometastases from primary breast cancer“, *Canadian Journal of Surgery* 34, 15–19.

- DATTA, Y. H., P. T. ADAMS, W. R. DROBYSKI, S. P. ETHIER, V. H. TERRY und M. S. ROTH (1994). „Sensitive detection of occult breast cancer by the reverse-transcriptase polymerase chain reaction“, *Journal of Clinical Oncology* 12, 475–482.
- DEARNALEY, D. P., M. G. ORMEROD und J. P. SLOANE (1991). „Micrometastases in breast cancer: long-term follow-up of the first patient cohort“, *European Journal of Cancer* 27, 236–239.
- DEVITA, V. T. J. (1989). „Breast cancer therapy: exercising all our options“, *New England Journal of Medicine* 320, 527–529.
- DIEL, I. J., M. KAUFMANN, S. D. COSTA, R. HOLLE, G. von MINCKWITZ, E. F. SOLOMAYER, S. KAUL und G. BASTERT (1996). „Micrometastatic breast cancer cells in bone marrow at primary surgery: prognostic value in comparison with nodal status“, *Journal of National Cancer Institute* 88, 1652–1658.
- DIEL, I. J., E. F. SOLOMAYER, S. D. COSTA, C. GOLLAN, R. GOERNER, D. WALLWIENER, M. KAUFMANN und G. BASTERT (1998). „Reduction in new metastases in breast cancer with adjuvant clodronate treatment“, *New England Journal of Medicine* 339, 357–363.
- FEHM, T., S. BRAUN, V. MULLER, W. JANNI, G. GEBAUER, C. MARTH, C. SCHINDLBECK, D. WALLWIENER, E. BORGEN, B. NAUME, K. PANTEL und E. SOLOMAYER (2006). „A concept for the standardized detection of disseminated tumor cells in bone marrow from patients with primary breast cancer and its clinical implementation“, *Cancer* 107, 885–892.
- FIELDS, K. K., G. J. ELFENBEIN, W. L. TRUDEAU, J. B. PERKINS, W. E. JANSSEN und L. C. MOSCINSKI (1996). „Clinical significance of bone marrow metastases as detected using the polymerase chain reaction in patients with breast cancer undergoing high-dose chemotherapy and autologous bone marrow transplantation“, *Journal of Clinical Oncology* 14, 1868–1876.
- FUNKE, I., S. FRIES, M. ROLLE, M. M. HEISS, M. UNTCH, H. BOHMERT, F. W. SCHILDBERG und K. W. JAUCH (1996). „Comparative analyses of bone marrow micrometastases in breast and gastric cancer“, *International Journal of Cancer* 65, 755–761.
- GANGNUS, R., S. LANGER, E. BREIT, K. PANTEL und M. R. SPEICHER (2004). „Genomic profiling of viable and proliferative micrometastatic cells from early-stage breast cancer patients“, *Clinical Cancer Research* 10, 3457–3464.
- GEBAUER, G., T. FEHM, E. MERKLE, E. P. BECK, N. LANG und W. JAGER (2001). „Epithelial cells in bone marrow of breast cancer patients at time of primary surgery: clinical outcome during long-term follow-up“, *Journal of Clinical Oncology* 19, 3669–3674.
- GERBER, B., A. KRAUSE, H. MULLER, D. RICHTER, T. REIMER, J. MAKOVITZKY, C. HERRNRING, U. JESCHKE, G. KUNDT und K. FRIESE (2001). „Simultaneous immunohistochemical detection of tumor cells in lymph nodes and bone marrow aspirates in breast cancer and its correlation with other prognostic factors“, *Journal of Clinical Oncology* 19, 960–971.
- GOLDHIRSCH, A., J. H. GLICK, R. D. GELBER, A. S. COATES, B. THURLIMANN und H. J. SENN (2005). „Meeting highlights: international expert consensus on the primary therapy of early breast cancer 2005“, *Annals of Oncology* 16, 1569–1583.
- HARBECK, N., M. UNTCH, L. PACHE und W. EIERMANN (1994). „Tumour cell detection in the bone marrow of breast cancer patients at primary therapy: results of a 3-year median follow-up“, *British Journal of Cancer* 69, 566–571.
- JANNI, W., G. WIEDSWANG, T. FEHM, J. JÜCKSTOCK, E. BORGEN, B. RACK, S. BRAUN, H. SOMMER, E. F. SOLOMAYER, K. PANTEL, J. M. NESLAND, K. FRIESE und B. NAUME (2006). „Persistence of disseminated tumor cells (DTC) in bone marrow (BM) during Follow-up predicts increased risk for relapse – Up-date of the pooled European data“, *Breast Cancer Research and Treatment* 70, 1124–1129.
- KIRK, S. J., G. G. COOPER, M. HOPER, P. C. WATT, A. D. ROY und W. ODLING-SMEE (1990). „The prognostic significance of marrow micrometastases in women with early breast cancer“, *European Journal of Surgery Oncology* 16, 481–485.

- KLEIN, C. A., T. J. BLANKENSTEIN, O. SCHMIDT-KITTLER, M. PETRONIO, B. POLZER, N. H. STOECKLEIN und G. RIETHMULLER (2002). „Genetic heterogeneity of single disseminated tumour cells in minimal residual cancer“, *Lancet* 360, 683–689.
- LANDYS, K., S. PERSSON, J. KOVARIK, R. HULTBORN und E. HOLMBERG (1998). „Prognostic value of bone marrow biopsy in operable breast cancer patients at the time of initial diagnosis: Results of a 20-year median follow-up“, *Breast Cancer Research and Treatment* 49, 27–33.
- MANSI, J. L., H. GOGAS, J. M. BLISS, J. C. GAZET, U. BERGER und R. C. COOMBES (1999). „Outcome of primary-breast-cancer patients with micrometastases: a long-term follow-up study“, *Lancet* 354, 197–202.
- MATHIEU, M. C., S. FRIEDMAN, J. BOSQ, B. CAILLOU, M. SPIELMANN, J. P. TRAVAGLI und G. CONTESSO (1990). „Immunohistochemical staining of bone marrow biopsies for detection of occult metastasis in breast cancer“, *Breast Cancer Research and Treatment* 15, 21–26.
- MENG, S., D. TRIPATHY, S. SHETE, R. ASHFAQ, B. HALEY, S. PERKINS, P. BEITSCH, A. KHAN, D. EUHUS, C. OSBORNE, E. FRENKEL, S. HOOVER, M. LEITCH, E. CLIFFORD, E. VITETTA, L. MORRISON, D. HERLYN, L. W. TERSTAPPEN, T. FLEMING, T. FEHM, T. TUCKER, N. LANE, J. WANG und J. UHR (2004). „HER-2 gene amplification can be acquired as breast cancer progresses“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, 9393–9398.
- MOLINO, A., G. PELOSI, M. TURAZZA, L. SPEROTTO, A. BONETTI, R. NORTILLI, G. FATTOVICH, C. ALAIMO, Q. PIUBELLO, F. PAVANEL, R. MICCIOLO und G. L. CETTO (1997). „Bone marrow micrometastases in 109 breast cancer patients: correlations with clinical and pathological features and prognosis“, *Breast Cancer Research and Treatment* 42, 23–30.
- PANTEL, K., G. SCHLIMOK, S. BRAUN, D. KUTTER, F. LINDEMANN, G. SCHALLER, I. FUNKE, J. R. IZBICKI und G. RIETHMULLER (1993). „Differential expression of proliferation-associated molecules in individual micrometastatic carcinoma cells“, *Journal of National Cancer Institute* 85, 1419–1424.
- PANTEL, K., E. FELBER und G. SCHLIMOK (1994). „Detection and characterization of residual disease in breast cancer“, *Journal of Hematotherapy* 3, 315–322.
- PANTEL, K., V. MULLER, M. AUER, N. NUSSER, N. HARBECK und S. BRAUN (2003). „Detection and clinical implications of early systemic tumor cell dissemination in breast cancer“, *Clinical Cancer Research* 9, 6326–6334.
- PORRO, G., S. MENARD, E. TAGLIABUE, S. OREFICE, B. SALVADORI, P. SQUICCIARINI, S. ANDREOLA, F. RILKE und M. I. COLNAGHI (1988). „Monoclonal antibody detection of carcinoma cells in bone marrow biopsy specimens from breast cancer patients“, *Cancer* 61, 2407–2411.
- PUTZ, E., K. WITTER, S. OFFNER, P. STOSIEK, A. ZIPPELIUS, J. JOHNSON, R. ZAHN, G. RIETHMULLER und K. PANTEL (1999). „Phenotypic characteristics of cell lines derived from disseminated cancer cells in bone marrow of patients with solid epithelial tumors: establishment of working models for human micrometastases“, *Cancer Research* 59, 241–248.
- ROSNER, D. und W. W. LANE (1993). „Predicting recurrence in axillary-node negative breast cancer patients“, *Breast Cancer Research and Treatment* 25, 127–139.
- SALVADORI, B., P. SQUICCIARINI, D. ROVINI, S. OREFICE, S. ANDREOLA, F. RILKE, L. BARLETTA, S. MENARD und M. I. COLNAGHI (1990). „Use of monoclonal antibody MBr1 to detect micrometastases in bone marrow specimens of breast cancer patients“, *European Journal of Cancer* 26, 865–867.
- SCHLIMOK, G., I. FUNKE, B. HOLZMANN, G. GOTTLINGER, G. SCHMIDT, H. HAUSER, S. SWIERKOT, H. H. WARNECKE, B. SCHNEIDER, H. KOPROWSKI *et al.* (1987). „Micrometastatic cancer cells in bone marrow: in vitro detection with anti-cytokeratin and in vivo labeling with anti-17-1A monoclonal antibodies“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 84, 8672–8676.

- SCHMIDT-KITTLER, O., T. RAGG, A. DASKALAKIS, M. GRANZOW, A. AHR, T. J. BLANKENSTEIN, M. KAUFMANN, J. DIEBOLD, H. ARNHOLDT, P. MULLER, J. BISCHOFF, D. HARICH, G. SCHLIMOK, G. RIETHMULLER, R. EILS und C. A. KLEIN (2003). „From latent disseminated cells to overt metastasis: genetic analysis of systemic breast cancer progression“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100, 7737–7742.
- SINGLETARY, S. E., L. LARRY, S. L. TUCKER und G. SPITZER (1991). „Detection of micrometastatic tumor cells in bone marrow of breast carcinoma patients“, *Journal of Surgery Oncology* 47, 32–36.
- SLADE, M. J., B. M. SMITH, H. D. SINNETT, N. C. CROSS und R. C. COOMBES (1999). „Quantitative polymerase chain reaction for the detection of micrometastases in patients with breast cancer“, *Journal of Clinical Oncology* 17, 870–879.
- SOLAKOGLU, O., C. MAIERHOFER, G. LAHR, E. BREIT, P. SCHEUNEMANN, I. HEUMOS, U. PICHLMEIER, G. SCHLIMOK, R. OBERNEDER, M. W. KOLLERMANN, J. KOLLERMANN, M. R. SPEICHER und K. PANTEL (2002). „Heterogeneous proliferative potential of occult metastatic cells in bone marrow of patients with solid epithelial tumors“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99, 2246–2251.
- UNTCH, M., S. KAHLERT, I. FUNKE, B. BOETTCHER, G. KONECNY, C. NESTLE-KRAEMLING und I. BAUERNFEIND (1999). „Detection of Cytokeratin (CK) 18 Positive Cells in the Bone Marrow (BM) of Breast Cancer Patients – No Prediction of Bad Outcome“, *Proceedings of the Annual Meetings of the the American Cancer Society of Clinical Oncology* 18, 693a.
- VANNUCCHI, A. M., A. BOSI, S. GLINZ, P. PACINI, S. LINARI, R. SACCARDI, R. ALTERINI, L. RIGACCI, S. GUIDI, L. LOMBARDINI, G. LONGO, M. P. MARIANI und P. ROSSI-FERRINI (1998). „Evaluation of breast tumour cell contamination in the bone marrow and leukapheresis collections by RT-PCR for cytokeratin-19 mRNA“, *British Journal of Haematology* 103, 610–617.
- WECKERMANN, D., P. MULLER, F. WAWROSCHEK, G. KRAWCZAK, G. RIETHMULLER und G. SCHLIMOK (1999). „Micrometastases of bone marrow in localized prostate cancer: correlation with established risk factors“, *Journal of Clinical Oncology* 17, 3438–3443.
- WIEDSWANG, G., E. BORGES, R. KARESEN, G. KVALHEIM, J. M. NESLAND, H. QVIST, E. SCHLICHTING, T. SAUER, J. JANBU, T. HARBITZ und B. NAUME (2003). „Detection of isolated tumor cells in bone marrow is an independent prognostic factor in breast cancer“, *Journal of Clinical Oncology* 21, 3469–3478.
- WOELFLE, U., G. SAUTER, S. SANTJER, R. BRAKENHOFF und K. PANTEL (2004). „Down-regulated expression of cytokeratin 18 promotes progression of human breast cancer“, *Clinical Cancer Research* 10, 2670–2674.
- XENIDIS, N., M. PERRAKI, M. KAFOUSI, S. APOSTOLAKI, I. BOLONAKI, A. STATHOPOULOU, K. KALBAKIS, N. ANDROULAKIS, C. KOUROUSSIS, T. PALLIS, C. CHRISTOPHYLAKIS, K. ARGYRAKI, E. S. LIANIDOU, S. STATHOPOULOS, V. GEORGOULIAS und D. MAVROUDIS (2006). „Predictive and prognostic value of peripheral blood cytokeratin-19 mRNA-positive cells detected by real-time polymerase chain reaction in node-negative breast cancer patients“, *Journal of Clinical Oncology* 24, 3756–3762.
- ZIPPELIUS, A., P. KUFER, G. HONOLD, M. W. KOLLERMANN, R. OBERNEDER, G. SCHLIMOK, G. RIETHMULLER und K. PANTEL (1997). „Limitations of reverse-transcriptase polymerase chain reaction analyses for detection of micrometastatic epithelial cancer cells in bone marrow“, *Journal of Clinical Oncology* 15, 2701–2708.

# **ROBERT RABENALT, VOLKER MÜLLER-MATTHEIS und PETER ALBERS**

## **Fortschritte in der operativen Behandlung des Prostatakarzinoms**

### **Einleitung**

Das Prostatakarzinom ist die häufigste bösartige Tumorerkrankung des Mannes in der westlichen Hemisphäre. In Deutschland muss mit 58.000 Erkrankungen jährlich gerechnet werden. Die Mortalität beträgt etwa 10,1 Prozent der Erkrankten (etwa 6.000 Menschen pro Jahr). Das mittlere Erkrankungsalter liegt bei etwa 69 Jahren. Erkrankungen treten selten vor dem 50. Lebensjahr auf.<sup>1</sup>

Das Prostatakarzinom hat eine außerordentlich hohe soziale und ökonomische Bedeutung. Die Inzidenz dieser Erkrankung steigt mit zunehmendem Alter, in Deutschland beträgt sie 25,4 Prozent.<sup>2</sup> Einigen Schätzungen zufolge wird die Inzidenz des Prostatakarzinoms in den westlichen Ländern 30 Prozent erreichen.

### **Ätiologie und Klassifizierung**

Die Ätiologie des Prostatakarzinoms ist nur teilweise geklärt. Bei Männern, die in jüngerem Alter erkranken, wird eine genetische Prädisposition diskutiert, worauf die unterschiedliche Häufigkeit des Prostatakarzinoms in verschiedenen ethnischen Gruppen ebenfalls hindeutet. Als mögliche Risikofaktoren gelten das Übergewicht, eine fett- und kalorienreiche Ernährung, Bewegungsmangel sowie das Rauchen.

70 bis 95 Prozent der Karzinome der Prostata entwickeln sich aus der peripheren Zone, selten aus der Zentralzone. Histopathologisch kommt in der Prostata am häufigsten das Adenokarzinom vor.

Für die Tumordifferenzierung (Grading) gibt es beim Prostatakarzinom mehrere Einteilungssysteme. Nach WHO erfolgt die Aufteilung in Grad 1, 2 und 3 (hoch-, mäßig-, geringgradig differenziertes Adenokarzinom).

Die international verbreitete und weitgehend akzeptierte Einteilung nach Gleason basiert auf der Bewertung des strukturellen Wachstumsmusters des Tumors unter Berücksichtigung der unterschiedlich differenzierten Drüsenstruktur. Das Muster wird mit Punkten von 1 (sehr gut differenziert) bis 5 (sehr niedrig differenziert) bewertet. Da sich in einem Tumor meist mehrere Wachstumsmuster nebeneinander nachweisen lassen, werden diejenigen bewertet, die den größten und zweitgrößten Anteil des Karzinoms ausmachen

---

<sup>1</sup> Vgl. Robert-Koch-Institut und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (2008).

<sup>2</sup> Vgl. Robert-Koch-Institut und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (2008).

und ihre Punktzahlen addiert. Daraus ergeben sich Bewertungsziffern von 2 (1 + 1) bis 10 (5 + 5), der so genannte Gleason-Score.

Die Stadien des Prostatakarzinoms beziehen sich in erster Linie auf die Ausdehnung des Tumors, den Befall der Lymphknoten und die Fernmetastasierung. Sie können nach mehreren Systemen klassifiziert werden, die allerdings weitgehend miteinander übereinstimmen. Im deutschsprachigen Raum wird die Systematik nach der Internationalen Vereinigung gegen den Krebs (UICC) bevorzugt. Im Alltag erfolgt die Stadiendefinition unter Anwendung der TNM<sup>3</sup>-Kategorien und der histologischen Differenzierung des Tumors.<sup>4</sup> Prostatakarzinome werden aufgrund verbesserter Diagnosemöglichkeiten, insbesondere durch die Einführung der Bestimmung des prostataspezifischen Antigens (PSA), zunehmend in einem frühen, klinisch lokalisierten Stadium diagnostiziert.

## Die Geschichte der Prostatachirurgie

Die historische Entwicklung der Prostatachirurgie ist eine Erfolgsgeschichte der Medizin des 20. Jahrhunderts, wobei die Grenzen zum Möglichen erst vor etwa 100 Jahren überschritten werden konnten. Exstirpation oder Resektion des Organs galten bis dahin als unausführbar. Viele Ärzte und Wissenschaftler der letzten 100 Jahre haben ihren verdienten Anteil an den Fortschritten des „Gesamtkomplexes Prostatachirurgie“ mit den eng dazugehörigen Problemen der Diagnostik, Klassifizierung und Indikationsstellung.

Die erste geplante Prostatektomie bei einem Prostatakarzinom wurde 1867 von Billroth<sup>5</sup> perineal durchgeführt und als partielle Exzision beendet. Es folgte 1883 mit Leisring, einem Schüler von Langenbeck, die erste radikale Prostatektomie ohne Vesikulektomie.<sup>6</sup> Der Patient überlebte den Eingriff aber nur kurzzeitig. Partielle Exstirpationen nahmen auch Czerny sowie Fuller 1889 vor. Der zunächst als „extrakapsuläre“, perineale Prostatektomie bezeichnete klassische Eingriff wurde durch Young geplant und am 4. Juli 1904 unter Assistenz von Halsted erstmals durchgeführt. Samenblasen, distale Ductus deferentes und Blasenhalbs wurden mit entfernt. Young legte 1913 in einem Referat in London die noch heute gültigen Indikationen zur radikalen Prostatektomie fest. Limitierend seien die Infiltration von Kapsel, Trigonum und Samenblasen.<sup>7</sup> Er wies bereits damals auf die Bedeutung der Denonvillier-Faszie für die Tumorausbreitung hin. Die perineale radikale Prostatektomie wird heute in einigen Kliniken bei niedrigem PSA (unter 10) ohne oder im Anschluss an eine vorher erfolgte laparoskopische Staginglymphadenektomie durchgeführt.<sup>8</sup>

Millin hielt ein suprapubisches Vorgehen, das Blum im *Handbuch der Urologie* 1928 noch als undurchführbar ansah, aufgrund einer besseren Übersicht für geeigneter und operierte 1946 zwei Patienten. Souttar war 1947 einer der Ersten, die eine radikale, retrograde (extrakapsuläre) Prostatektomie durchführten. Zur Erlangung eines besseren Zu-

---

<sup>3</sup> T = Tumor, N = Nodes (Lymphknoten), M = Metastasen

<sup>4</sup> Vgl. Wittekind *et al.* (2005).

<sup>5</sup> Vgl. Billroth (1870).

<sup>6</sup> Vgl. Leisring und Ahlsberg (1882).

<sup>7</sup> Vgl. Blum und Rubritius (1928).

<sup>8</sup> Vgl. Thrasher und Paulson (1992).



gangs hatte bereits 1923 Walker eine Spaltung der Symphyse empfohlen.<sup>9</sup> Flocks,<sup>10</sup> Arduino<sup>11</sup> und Kirchheim<sup>12</sup> betonten die Notwendigkeit einer pelvinen Lymphadenektomie. Walsh hatte beobachtet, dass ein Teil seiner Patienten postoperativ die Potentia coeundi wiedererlangte. In histologischen Studien beschrieb er mit Donker<sup>13</sup> je ein Gefäß-Nerven-Bündel, deren Erhalt sich für die Funktion des Corpus cavernosum penis als wesentlich erwies. Diese waren anatomischerseits bereits 1836 von Müller beschrieben worden.<sup>14</sup> Reiner und Walsh verbesserten die Gefäßunterbindung im Bereich der Vena dorsalis.<sup>15</sup> Bis zum heutigen Tag gilt die so genannte retropubische radikale Prostatektomie, wie von Walsh beschrieben, als Goldstandard in der operativen Behandlung des lokal begrenzten Prostatakarzinoms.

## Die Geschichte der Laparoskopie

Die Laparoskopie wurde zuerst in Europa beschrieben und von einer ganzen Anzahl europäischer Ärzte verschiedener Fachrichtungen entwickelt. Der Dresdner Chirurg Georg Kelling (1866–1945) berichtete 1901 als Erster von einem laparoskopischen Eingriff, der von ihm so genannten „Kölioskopie“ (Abb. 1).<sup>16</sup> Hans Christian Jacobaeus (1879–1937), ein schwedischer Internist, beschrieb 1910 seine Erfahrungen über die Laparothorakoskopie am Menschen.<sup>17</sup> Die folgenden Jahrzehnte waren von Weiterentwicklung und technischen Innovationen geprägt. So entwickelte Heinz Kalk, ein Berliner Internist, die schräg vorwärts blickende 135-Grad-Optik und die Doppeltrokar-technik.<sup>18</sup> Kurt Semm, ein Gynäkologe aus Kiel, entwickelte verschiedene Techniken, die schließlich 1982 zur Durchführung der ersten laparoskopischen Appendektomie führten.<sup>19</sup> Nach zunächst skeptischer und teilweise ablehnender Haltung deutscher und europäischer Chirurgen gegenüber den neuen laparoskopischen Operationsmethoden führten Ende der 1980er Jahre Berichte von erfolgreichen Eingriffen, durchgeführt im Rahmen großer Studien in Frankreich und den Vereinigten Staaten von Amerika, zu einer rasanten Entwicklung der minimalinvasiven Chirurgie in Deutschland und ganz Europa.

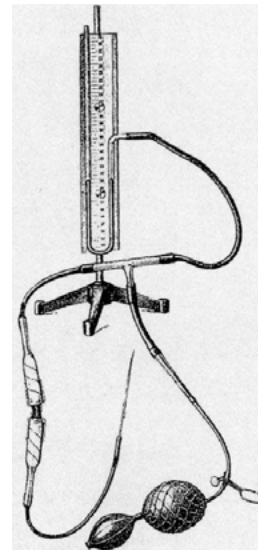


Abb. 1: Kelling-Apparat zur Luftinsufflation

<sup>9</sup> Vgl. Mommelaar (1949), Souttar (1947) sowie Walker (1923).

<sup>10</sup> Vgl. Flocks *et al.* (1959).

<sup>11</sup> Vgl. Arduino und Gluckman (1962).

<sup>12</sup> Vgl. Kirchheim und McRoberts (1971).

<sup>13</sup> Vgl. Walsh und Donker (1982).

<sup>14</sup> Vgl. Huland (1991).

<sup>15</sup> Vgl. Reiner und Walsh (1979).

<sup>16</sup> Vgl. Kelling (1901).

<sup>17</sup> Vgl. Jacobaeus (1910).

<sup>18</sup> Vgl. Kalk (1929).

<sup>19</sup> Vgl. Semm (1983).

## Laparoskopische radikale Prostatektomie

Schüssler *et al.*<sup>20</sup> beschrieben erstmals die Prostatektomie als komplett laparoskopischen Eingriff. Sie berichteten über Ergebnisse bei insgesamt neun Patienten, konnten damals jedoch keinen Vorteil im Vergleich mit der offenen Operationsmethode nachweisen. So betrug damals die durchschnittliche Operationszeit pro Eingriff 9,4 Stunden. Seit der Erstveröffentlichung wurde die Technik kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Es waren vor allem französische Arbeitsgruppen in Bordeaux und Paris, die intensiv an der Weiterentwicklung der Technik arbeiteten und sie soweit standardisierten, dass die laparoskopische (transperitoneale) radikale Prostatektomie (LRPE) heute in spezialisierten Zentren zu den bevorzugten Verfahren zur Therapie bei Patienten mit lokal begrenztem Prostatakarzinom gehört.<sup>21</sup> Die grundlegenden Vorteile der LRPE sind ein minimalinvasiver Zugangsweg, eine deutlich verbesserte Visualisierung des Operationsfeldes durch Kameraoptik und Monitor, die verkürzte Katheterverweildauer durch eine exakt herzustellende urethrovesikale Anastomose sowie eine Reduktion des Blutverlustes während der Operation. Durch diese Vorteile ergeben sich für den Patienten eine schnellere Rekonvaleszenz und damit verbunden auch ein kürzerer Krankenhausaufenthalt. Als nachteilig werden die operative Komplexität sowie die damit verbundene Lernkurve diskutiert. Der transperitoneale Zugang zu dem extraperitoneal gelegenen Organ Prostata weist zudem potenzielle intraperitoneale Komplikationsmöglichkeiten auf. So beschrieben Guillonnet *et al.* in einer Serie von 567 Patienten eine Komplikationsrate von insgesamt 17,1 Prozent. Auftretende intraperitoneale Komplikationen waren hier: eine Ileumverletzung (bei zwei Patienten), eine Sigmaverletzung (bei einem Patienten), ein postoperativer Ileus (bei sechs Patienten) und Ausbildung eines Hämoperitoneums (bei fünf Patienten). Des Weiteren wurde in vier Fällen eine intraoperative Ureterverletzung beschrieben, zwei von diesen Patienten bildeten ein Uroperitoneum aus.<sup>22</sup>

## Endoskopische extraperitoneale radikale Prostatektomie

So war es eine logische Folge, dass eine komplett extraperitoneale laparoskopische Operationstechnik entwickelt wurde, die erstmals von Raboy und Bollens publiziert wurde.<sup>23</sup> Parallel dazu entwickelte eine Leipziger Arbeitsgruppe um Stolzenburg eine komplett extraperitoneale Technik, die als so genannte endoskopische extraperitoneale radikale Prostatektomie (EERPE) beschrieben und etabliert wurde.<sup>24</sup>

Der erste „besondere“ Schritt der EERPE ist die Präparation des Präperitonealraumes beginnend mit einer 1,5 cm langen paraumbilikalen Hautinzision rechts unterhalb des Nabels, der Darstellung und Inzision des vorderen Blattes der Rektusscheide. Der Rektusmuskel wird stumpf auseinandergedrängt und nun der Präperitonealraum mittels Finger und einem speziellen Ballontrokar entwickelt. Dieser Ballontrokar (*space maker*) drückt das Peritoneum, wie in Abbildung 2 dargestellt, nach unten und schafft einen artifiziel-

<sup>20</sup> Vgl. Schüssler *et al.* (1992) sowie Schüssler *et al.* (1997).

<sup>21</sup> Vgl. Jacob *et al.* (2000), Guillonnet und Vallancien (2000), Guillonnet *et al.* (2001) sowie Rassweiler *et al.* (2001).

<sup>22</sup> Vgl. Guillonnet *et al.* (2002).

<sup>23</sup> Vgl. Raboy *et al.* (1997) sowie Bollens *et al.* (2001).

<sup>24</sup> Vgl. Stolzenburg *et al.* (2002) sowie Stolzenburg *et al.* (2003).

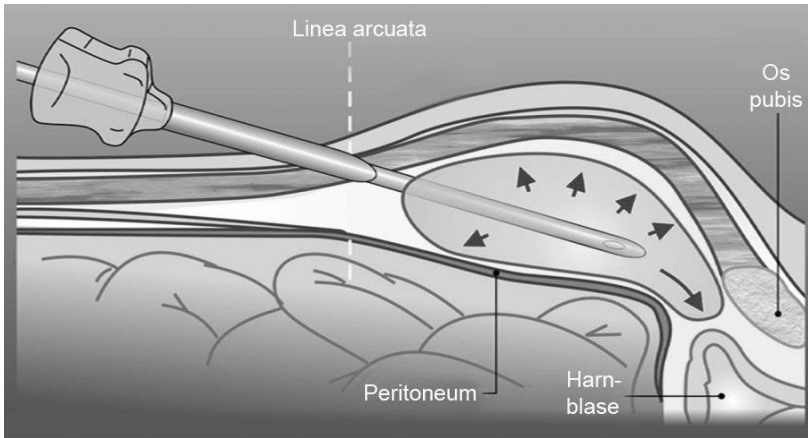


Abb. 2: Präparation des Extraperitonealraums mittels Ballontrokar

len Hohlraum, in den nachfolgend fünf Arbeitstrokare eingebracht werden. Dieser Raum wird durch kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Insufflation während der gesamten Operation „entfaltet“. Durch dieses Manöver befindet man sich unmittelbar im Präperitonealraum (Becken) und kann mit der Prostataktomie beginnen. Wenn eine pelvine Lymphadenektomie indiziert ist, erfolgt vor der eigentlichen Prostataktomie zunächst beidseits die Ausräumung der pelvinen Lymphknoten. Als erster Schritt der Prostataktomie wird der präprostatiche Venenplexus (Plexus Santorini) ligiert. Die folgenden Operationsschritte gleichen im Wesentlichen der klassischen deszendierenden (offenen) Operationsmethode. Es wird der Blasen Hals eröffnet und komplett von der Prostata abgetrennt. Im Anschluss daran werden die Samenleiter disseziert und beide Samenblasen vollständig mobilisiert. Als „anatomisches Fenster“ stellt sich danach die so genannte Denonvilliersche Faszie dar. Diese wird unmittelbar kaudal der Prostata inzidiert. Das Rektum wird danach vorwiegend stumpf abpräpariert und die seitlich verlaufenden Prostatapfeiler durchtrennt (Abb. 3). Bei Patienten, bei denen eine Potenz erhaltende Operation geplant ist, müssen hierbei die dorsolateral zur Prostata verlaufenden Gefäß-Nervenbündel sorgfältig geschont werden. Im Anschluss daran erfolgt das vollständige Absetzen der Prostata an der Harnröhre. Die Prostata mit anhängenden Samenblasen wird temporär in einem so genannten Bergebeutel gelagert und am Ende der Operation mit diesem entfernt. Ein technisch anspruchsvoller Teil der Operation ist die Wiederherstellung der Kontinuität der Harnröhre (wasserdichte Anastomose). Hierzu werden durch Einzelknopfnähte die Harnblase und der Harnröhrenstumpf wieder vereinigt (Abb. 4). Am fünften postoperativen Tag wird die Anastomose mittels Cystografie kontrolliert und der intraoperativ eingelegte Harnröhrenkatheter entfernt. Die frühen funktionellen und onkologischen Ergebnisse dieser Technik sind sehr vielversprechend. Die perioperative Morbidität ist gering. Dass die Ergebnisse dieser Operationstechnik mit denen der klassischen offenen Operation vergleichbar sind, konnte in großen Serien gezeigt werden.<sup>25</sup> In einigen Zentren in Deutschland wird diese Technik mittlerweile als

<sup>25</sup> Vgl. Stolzenburg *et al.* (2008) sowie Stolzenburg *et al.* (2007).

Standardverfahren angeboten. Auch in der Klinik für Urologie der Heinrich-Heine-Universität konnte diese Operationstechnik erfolgreich etabliert werden.

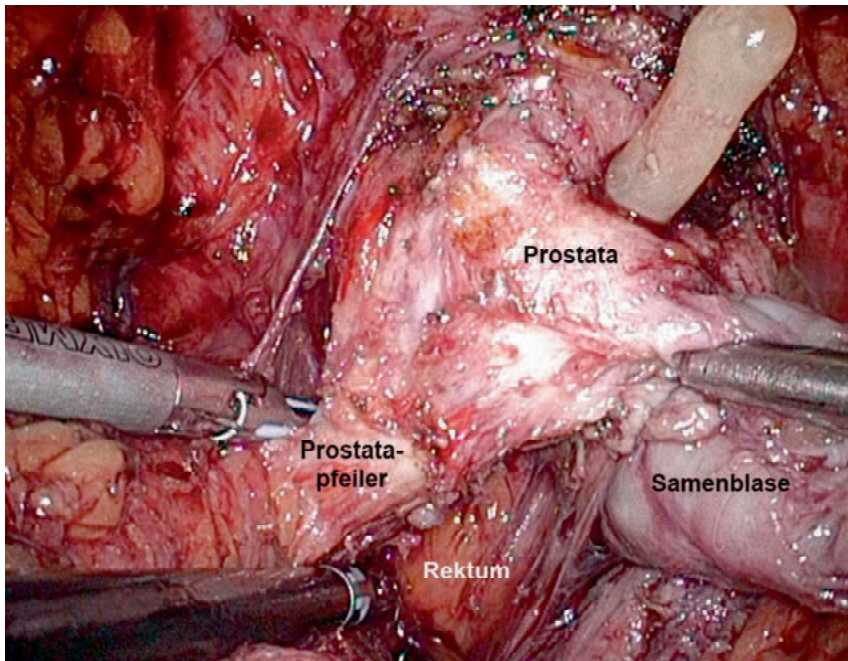


Abb. 3: Dissektion des Prostata-pfeilers

### Roboterassistierte radikale Prostatektomie

Die neueste Entwicklung ist die roboterassistierte Technik,<sup>26</sup> die erstmals durch Binder und Kramer<sup>27</sup> sowie Abbou *et al.*<sup>28</sup> in 2000/2001 durchgeführt wurde. Mit den technischen Vorteilen der robotischen Instrumente hat sich die roboterassistierte laparoskopische Prostatektomie vor allem in den USA stark etabliert. Aktuell werden dort jährlich circa 65 Prozent der radikalen Prostatektomien, das entspricht etwa 90.000, roboterassistiert durchgeführt. Dieser Trend von der offenen und konventionell laparoskopischen zur roboterassistierten endoskopischen Operationstechnik hält weiter an und wird sich auch im deutschsprachigen Raum fortsetzen. Die Kamera und zwei bis drei Arbeitsinstrumente werden dabei über die laparoskopischen Zugänge an Roboterarmen angeschlossen. Ein Arzt (*tablesidesurgeon*) assistiert am Patiententisch. Der Operateur sitzt an einer Steuerkonsole, von der aus er die Instrumente über einen Tremorfilter mit dreidimensionaler Sicht und zehn- bis zwölfacher Vergrößerung führt. Diese Vergrößerung ermöglicht auch

<sup>26</sup> Vgl. Menon *et al.* (2002) sowie Ficarra *et al.* (2007).

<sup>27</sup> Vgl. Binder und Kramer (2001).

<sup>28</sup> Vgl. Abbou *et al.* (2001).

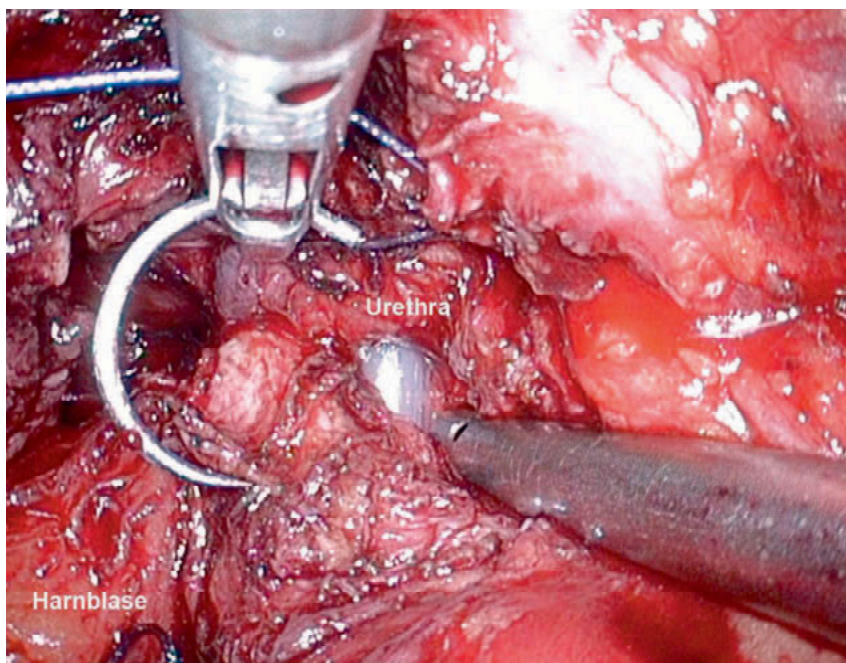


Abb. 4: Urethrovesikale Anastomose

hier eine hervorragende Detailerkennung und damit eine sehr exakte Präparation unter visueller Kontrolle. Die verwendeten Instrumente haben die Freiheitsgrade eines Handgelenks, so dass auch abgewinkelte Bewegungen auf engstem Raum kontrolliert möglich werden. Damit sind die wesentlichen Nachteile der konventionellen Laparoskopie kompensiert. Obgleich es der Name suggeriert, so entspricht diese Technologie aber dem Telemonitoring und nicht einer eigentlichen Robotik. Jede Instrumentenbewegung wird durch den Operateur kontrolliert und ausgeführt. Diese Bewegungen können bis zu einem Faktor 5 größenreguliert (5 mm Handpannelbewegung entsprechen 1 mm Instrumentenbewegung intrakorporal) durchgeführt werden.

Einen weiteren Vorteil bietet die ergonomische Arbeitshaltung der Operationsrobotertechnologie. Damit ist ein deutlich weniger ermüdendes Arbeiten als mit der konventionellen Laparoskopie möglich. Das Entwicklungspotenzial der Da-Vinci-Prostatektomie als noch junge Technologie ist enorm. Auch die laparoskopische Technik hat noch einiges Entwicklungspotenzial; was jedoch die Präzision und Bewegungsfreiheit betrifft, sind Grenzen gesetzt. Die Resultate der konventionellen Laparoskopie und der Roboter-technologie von sehr erfahrenen Operateuren sind vergleichbar. Operative Schritte mit rekonstruktivem Charakter (zum Beispiel vesiko-urethrale Anastomose bei der radikalen Prostatektomie, Nierenbeckenplastik) werden durch die Roboterunterstützung erleichtert. Bei engen räumlichen Verhältnissen kann unter optimaler Sicht eine präzise Dissektion erfolgen.

Die Lernkurve für die konventionelle laparoskopische Prostatektomie ist sehr lang, nicht zuletzt dadurch, da es im Fachgebiet der Urologie keine „Übungs-“ beziehungsweise „Anfängeroperationen“, wie zum Beispiel mit der Appendektomie in der Chirurgie, gibt.

Für viele Anfänger in der Laparoskopie ist der erste direkte Schritt vom Training in den eigenen Operationsaal sehr schwierig und führt nicht selten zum Scheitern des gesamten Laparoskopieprogramms, insbesondere dann, wenn sofort mit komplexen Eingriffen wie der laparoskopischen radikalen Prostatektomie begonnen werden soll. Der Schlüssel zum Erfolg liegt hier sicherlich in einem effektiven Mentoring. Der Mentor als erfahrener Chirurg assistiert dem Lernenden oder befindet sich in Stand-by-Position, um dem lokalen Operationsteam bei Problemen wichtige Hinweise zu geben beziehungsweise die Operation bei sich anbahnenden Komplikationen zu übernehmen. Leider stehen wir auch hier vor Problemen, die eine flächendeckende Ausbildung unmöglich machen. Ein echtes Mentoring mit Betreuung bis zum vollständigen Erlernen beispielsweise einer laparoskopischen radikalen Prostatektomie erfordert mindestens fünf bis zehn Visiten. Mentoren sind jedoch aufgrund zeitlicher Engpässe und der Einbindung in den täglichen Klinikalltag nicht oder nur unzureichend verfügbar. Der Mangel an strukturierten Mentorenprogrammen ist sicherlich das derzeit größte Problem nicht nur der deutschen, sondern der gesamten europäischen Urologie. Wünschenswert wären von den Fachgesellschaften organisierte, zertifizierte und auch finanziell unterstützte Programme, die einen verbindlichen und einheitlichen Standard der Ausbildung gewährleisten könnten. Eine längerfristige Hospitation (drei bis sechs Monate) an einem so genannten *center of excellence* mit Beteiligung an den Operationen (Assistenz, Kamerahalter, Operateur) ist sicherlich die beste Möglichkeit, um nicht nur einzelne Schritte, sondern die gesamte laparoskopische Operationstechnik zu erlernen. Leider kann eine derart lange Hospitation aufgrund des Personalmangels in den Kliniken nur selten realisiert werden. Zudem können auch so genannte *high volume center* nur ein bis zwei Gäste effektiv ausbilden, was wiederum die Möglichkeiten eines solchen Trainings einschränkt.

Die Beantwortung der Fragen, ob auch komplexe Operationen wie die endoskopische/laparoskopische radikale Prostatektomie von laparoskopischen „Anfängern“ erlernt werden können und ob Erfahrungen in der offenen Chirurgie eine *Conditio sine qua non* zum Erlernen des entsprechenden laparoskopischen Eingriffs darstellen, ist ein besonderer Schwerpunkt der Ausbildung in den eigenen Kliniken.

Die retropubische Prostatektomie profitiert von einer langen Entwicklungsphase und zeigt in geübten Händen hervorragende Resultate. An diesen vorgegebenen Resultaten müssen sich auch die modernen minimalinvasiven Techniken der laparoskopisch transperitonealen, der endoskopisch extraperitonealen und auch der roboterassistierten radikalen Prostatektomie orientieren.

## Literatur

- ABBOU, C.-C., A. HOZNEK, L. SALOMON *et al.* (2001). „Laparoscopic radical prostatectomy with a remote controlled robot“, *Urology* 165, 1964–1966.
- ARDUINO, L. J. und M. A. GLUCKMAN (1962). „Lymphnode metastases in early carcinoma of the prostate“, *Journal of Urology* 88, 91–95.
- BILLROTH, Th. (1870). „Chirurgische Erfahrungen. Zürich 1860–67“, *Langenbeck's Archiv Klinische Chirurgie* 10, 548–554.

- BINDER, J. und W. KRAMER (2001). „Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy“, *British Journal of Urology* 87, 408–410.
- BLUM, V. und H. RUBRITIUS (1928). „Die Erkrankungen der Prostata“, in: V. LICHTENBERG (Hrsg.). *Handbuch der Urologie*. Bd. 5. Berlin, 623–740.
- BOLLENS, R., M. VAN DEN BOSCHE, T. ROUMEGUERE, A. DAMOUN, S. EKANE, P. HOFFMANN, A. R. ZLOTTA und C. C. SCHULMAN (2001). „Extraperitoneal laparoscopic radical prostatectomy. Results after 50 cases“, *European Urology* 40, 65–69.
- FICARRA, V., S. CAVALLERI, G. NOVARA *et al.* (2007). „Evidence from robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy: a systematic review“, *European Urology* 51, 45–56.
- FLOCKS, R. H., D. CULP und R. PORTO (1959). „Lymphatics pread from prostatic cancer“, *Journal of Urology* 81, 194–196.
- GUILLONNEAU, B. und G. VALLANCIEN (2000). „Laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris experience“, *Journal of Urology* 163, 418–422.
- GUILLONNEAU, B., F. ROZET, E. BARRET, X. CATHELINÉAU und G. VALLANCIEN (2001). „Laparoscopic radical prostatectomy: assessment after 240 procedures“, *Urologic Clinics of North America* 28, 189–202.
- GUILLONNEAU, B., F. ROZET, X. CATHELINÉAU, F. LAY, E. BARRET, J. D. DOUBLET, H. BAUMERT und G. VALLANCIEN (2002). „Perioperative complications of laparoscopic radical prostatectomy: the Montsouris 3-year experience“, *Journal of Urology* 167, 51–56.
- HULAND, H. (1991). „Morphologische Grundlagen zur radikalen Prostatektomie“, *Urologe A* 30, 361–369.
- JACOB, F., L. SALOMON, A. HOZNEK, J. BELLOT, P. ANTIPHON, D. K. CHOPIN und C. C. ABBOU (2000). „Laparoscopic radical prostatectomy: Preliminary results“, *European Urology* 37, 615–620.
- JACOBÆUS, H. C. (1910). „Ueber die Möglichkeit der Zystoskopie bei Untersuchungen seröser Höhlungen anzuwenden“, *Münchener Medizinische Wochenschrift* 57, 2090–2092.
- KALK, H. (1929). „Erfahrungen mit der Laparoskopie“, *Zeitschrift für Klinische Medizin* 111, 303–348.
- KELLING, G. (1901). „Die Tamponade der Bauchhöhle mit Luft zur Stillung lebensgefährlicher Intestinalblutungen“, *Münchener Medizinische Wochenschrift* 48, 1480–1483.
- KIRCHHEIM, D. und J. W. MCROBERTS (1971). „Radikale suprapubische Prostatektomie in der Behandlung des Prostatacarcinoms“, *Urologe A* 10, 49–56.
- LEISRINK, A. und A. AHLBERG (1882). „Tumor prostatae; Totale Exstirpation der Prostata“, *Archiv Klinische Chirurgie* 28, 578–580.
- MEMMELAAR, J. (1949). „Total prostatovesiculectomy-retropubic approach“, *Journal of Urology* 62, 340–345.
- MENON, M., A. TEWARI, B. BAIZE *et al.* (2002). „Prospective comparison of radical retropubic prostatectomy and robot-assisted anatomic prostatectomy: The vattikuti urology institute experience“, *Urology* 60, 864–868.
- RABOY, A., G. FERZLI und P. ALBERT (1997). „Initial experience with extraperitoneal endoscopic radical retropubic prostatectomy“, *Urology* 50, 849–853.
- RASSWEILER, J., L. SENTKER, O. SEEMANN, M. HATZINGER und H. J. RUMPELT (2001). „Laparoscopic radical prostatectomy with the Heilbronn technique: an analysis of the first 180 cases“, *Urology* 166, 2101–2118.
- REINER, W. G. und P. C. WALSH (1979). „An anatomical approach to the surgical management of the dorsal vein and Santorini’s plexus during radical retropubic prostatectomy“, *Journal of Urology* 121, 198–200.

- ROBERT-KOCH-INSTITUT UND DIE GESELLSCHAFT DER EPIDEMIOLOGISCHEN KREBSREGIS-  
TER IN DEUTSCHLAND E. V. (2008). *Krebs in Deutschland 2003–2004. Häufigkeiten und  
Trends*. Berlin.
- SCHÜSSLER, W. W., L. R. KAVOUSSI, R. V. DAYMAN und T. H. VANCAILLE (1992). „Laparoscopic  
radical prostatectomy: initial case report (abstract 130)“, *Journal of Urology* 147, 246 A.
- SCHÜSSLER, W. W., P. G. SCHULAM, R. V. DAYMAN und L. R. KAVOUSSI (1997). „Laparoscopic  
radical prostatectomy: initial short-term experience“, *Urology* 50, 854–857.
- SEMM, K. (1983). „Die endoskopische Appendektomie“, *Gynäkologische Praxis* 7, 131–140.
- SOUTTAR, H. S. (1947). „Complete removal of the prostate“, *British Medical Journal* 1, 917–918.
- STOLZENBURG, J. U., M. DO, H. PFEIFFER, F. KONIG, B. AEDTNER und W. DORSCHNER (2002).  
„The endoscopic extraperitoneal radical prostatectomy (EERPE): technique and initial experi-  
ence“, *World Journal of Urology* 20, 48–55.
- STOLZENBURG, J. U., M. DO, R. RABENALT, H. PFEIFFER, L. C. HORN, M. C. TRUSS, U. JONAS  
und W. DORSCHNER (2003). „Endoscopic Extraperitoneal Radical Prostatectomy (EERPE) –  
initial experience after 70 procedures“, *Journal of Urology* 169/6, 2066–2071.
- STOLZENBURG, J. U., R. RABENALT, M. DO, M. C. TRUSS, M. BURCHARDT, T. R. HERRMANN,  
T. SCHWALENBERG, P. KALLIDONIS und E. N. LIATSIKOS (2007). „Endoscopic extraperitoneal  
radical prostatectomy: the University of Leipzig experience of 1,300 cases“, *World Journal of  
Urology* 25(1), 45–51.
- STOLZENBURG, J. U., R. RABENALT, M. DO, P. KALLIDONIS und E. N. LIATSIKOS (2008). „En-  
doscopic extraperitoneal radical prostatectomy: the University of Leipzig experience of 2000  
cases“, *Journal of Endourology* 22(10), 2319–2325.
- THRASHER, J. B. und D. F. PAULSON (1992). „Reappraisal of radical perineal prostatectomy“,  
*European Urology* 22, 1–8.
- WALKER, G. (1923). „Symphysiotomy as an aid to the removal of the cancer of the prostate“, *Annals  
of Surgery* 68, 795–798.
- WALSH, P. C. und P. J. DONKER (1982). „Impotence following radical prostatectomy: insight into  
etiology and prevention“, *Journal of Urology* 128, 492–497.
- WITTEKIND, C., M. KLIMPFINGER und L. H. SOBIN (2005). *TNM-Atlas*. Berlin u. a.



# MARCUS JÄGER, CHRISTOPH ZILKENS und RÜDIGER KRAUSPE

## Neue Materialien, neue Techniken: Hüftendoprothetik am Anfang des 21. Jahrhunderts

### Einleitung

Obwohl bereits vor Einführung der Anästhesie im Jahre 1847 in Einzelfällen Gelenk ersetzende Operationen an großen Gelenken vorgenommen wurden, führten diese, sofern der Eingriff überlebt wurde, in der Regel bereits nach kurzer Zeit zur Arthrodesis des Gelenks oder zur Amputation der betroffenen Extremität. Die Voraussetzung für eine erfolgreiche endoprothetischen Versorgung von Hüft- und anderen Gelenken wurde erst durch aseptische Operationstechniken geschaffen. Hierzu gehörten unter anderem der Gebrauch von Operationshandschuhen ab dem Jahre 1890, die Anwendung der *no-touch*-Technik im Jahre 1902 und die Einführung entsprechend technisch ausgestatteter Operationssäle (*clean air operating enclosure*, 1964).

Um einen langfristigen funktionstüchtigen und belastungsstabilen Gelenkersatz zu erzielen, waren jedoch weitere medizintechnische Entwicklungen erforderlich. Hierzu gehörten unter anderem die Optimierung biokompatibler Werkstoffe, das Schaffen von Gleitpaarungen mit geringen Abrieb- und Verschleißraten sowie die Entwicklung gewebeschonender operativer Zugangswege und suffizienter ossärer Verankerungstechniken. Ein entscheidender Fortschritt in der Endoprothetik wurde insbesondere durch die Einführung von Polymethylmethacrylat (PMMA, so genannter Knochenzement) zur Fixierung von Hüftschäften und Hüftpfannen zu Beginn der 1970er Jahre erzielt.

Demgegenüber führten die ersten Versuche einer zementfreien Verankerung Mitte des 20. Jahrhunderts wie zum Beispiel von Hüftendoprothesen aus Vitallium oder von Implantaten aus rostfreiem Stahl zur frühzeitigen Lockerung und damit zum Materialversagen. Obwohl seit der Einführung des Knochenzements in den 1970er Jahren die mittelfristige Haltbarkeit von Endoprothesen weiter zunahm, wurde schon bald die Problematik der aseptischen Lockerung mit bindegewebiger Reaktion an der PMMA-Knochen-Grenze (so genanntes bindegewebiges *interface*) beobachtet. Zunächst wurde diese Form des Implantatversagens auf eine unzureichende Biokompatibilität von PMMA im Sinne einer Fremdkörper- und Unverträglichkeitsreaktion im knöchernen Gewebe zurückgeführt (*cement disease*). In den 1980er Jahren wurde jedoch die pathogenetische Bedeutung von abriebbedingten Partikeln des jeweils verwendeten Werkstoffs zunehmend erforscht und der überwiegende Anteil von frühzeitigen Lockerungsraten auf eine aseptische, phagozytosevermittelte Entzündungsreaktion durch Abriebpartikel mit konsekutiver Osteoklasten- und Fibroblastenaktivierung zurückgeführt (*particle disease*; Abb. 1). Weitere Neuerungen in der Werkstofftechnik sowie operationstechnische Verbesserungen haben zu einer

steten Zunahme von Endoprothesenimplantationen weltweit geführt. In Deutschland werden jährlich derzeit circa 200.000 Hüft- und 100.000 Kniegelenke durch eine Endoprothese ersetzt, wobei insbesondere Eingriffe bei jüngeren Patienten sowie Revisionsoperationen deutlich zugenommen haben. Trotz der großen Anzahl an Gelenkersatzoperationen existieren insbesondere für die erstgenannte Patientengruppe nur unzureichende wissenschaftliche Daten zur Langzeithaltbarkeit von Kunstgelenken, wie aus einer Studie unserer Arbeitsgruppe hervorging.<sup>1</sup> In der vorliegenden Übersichtsarbeit werden die aktuellen Entwicklungen in der Endoprothetik zu Beginn des 21. Jahrhunderts dargestellt und auf entsprechende wissenschaftliche Untersuchungen der Orthopädischen Arbeitsgruppe am Universitätsklinikum Düsseldorf (UKD) hingewiesen. Zu den Neuerungen in der Hüftendoprothetik gehören unter anderem die Anwendung computerassistierter Operationstechniken, die zementfreie Verankerung von Implantaten, der Teilgelenkersatz, die Verwendung modularer Endoprothesen für die Korrektur komplexer Gelenkfehlstellungen, die Entwicklung innovativer Werkstoffe sowie die klinische Einführung von Wachstumsfaktoren und von Zelltherapeutika bei endoprothesenassoziierten Knochendefekten.

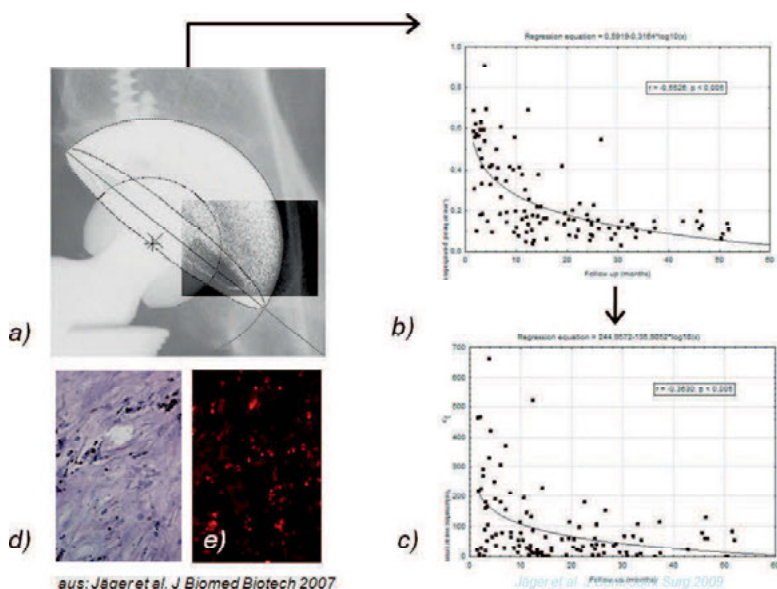


Abb. 1: Aus vektoriellen Analysen von Röntgenbildern (a) kann mittels entsprechender Software indirekt auf den Verschleiß (Kaltfluss, Abrieb) von Polyethyleninlays geschlossen werden. Die Grafiken zeigen die lineare Wanderung des Kugelkopfes innerhalb der Pfannenkomponente (b) beziehungsweise die hieraus kalkulierte volumetrische Menge an Abriebpartikeln einer Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-XLPE-Gleitpaarung (c). Freigesetzte Abriebpartikel lösen eine Fremdkörperreaktion und Osteoklastenaktivierung im Gewebe aus (d), wie auch in der immunhistochemischen Färbung sichtbar ist (e). a)–c): Jaeger *et al.* (2009b); d): Jaeger *et al.* (2007)

<sup>1</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2008).

## Verankerungstechniken

Hüftendoprothesen bestehen aus einer femoralen Komponente (Prothesenschaft und Kugelkopf) sowie aus einer Pfannenkomponente, in die ein Inlay eingepasst wird. Fakultativ können die einzelnen Komponenten auch aus mehreren Teilen aufgebaut sein (so genannte modulare Systeme).

### Schaftkomponente

Für die Schaftkomponente einer Hüftendoprothese werden verschiedene Verankerungstechniken unterschieden. Neben der zementierten und zementfreien Verankerung wird eine epiphysäre von einer metaphysären sowie von einer diaphysären Befestigung abgegrenzt. In der Revisionsendoprothetik mit größeren Knochendefekten am proximalen Femur hat sich insbesondere die zementfreie diaphysäre Verankerung durchgesetzt. Demgegenüber werden bei der Primärimplantation von Hüftendoprothesen insbesondere bei jüngeren Patienten zunehmend zementfreie metaphysäre oder sogar epiphysäre Verankerungen favorisiert.<sup>2</sup> Diese Implantate erfordern eine gute ossäre Integration im Direktkontakt mit dem knöchernen Implantatlager und somit eine hohe osteokonduktive oder gar osteoinduktive Potenz des jeweils verwendeten Biomaterials.

Während insbesondere bei älteren Patienten jenseits des 65. Lebensjahres zementierte Prothesenschäfte nach wie vor einen Goldstandard in der Verankerungstechnik darstellen, haben sich für die Pfannenkomponenten in den letzten Jahrzehnten zementfreie Verankerungstechniken für alle Altersgruppen durchgesetzt (Abb. 2 und 3). Vorteile zementierter Schaftkomponenten sind die hohe Primärstabilität auch bei insuffizienter Knochenqualität und damit die Möglichkeit einer frühzeitigen Mobilisation der betroffenen Patienten. Darüber hinaus resultiert aus der engen Verzahnung von PMMA in der spongiösen Fläche und der exothermen Polymerisationsphase ein vergleichsweise geringer Blutverlust. Nachteile der zementierten Verankerungstechnik sind die Materialalterung des Knochenzements und die Notwendigkeit der vollständigen Entfernung von PMMA bei Endoprothesenwechseloperationen. Hieraus können entsprechende Knochendefekte resultieren, die die erneute Verankerung von Endoprothesen erschweren.

### Pfannenkomponente

Während sich die Wahl einer zementierten oder zementfreien Verankerungstechnik der Schaftkomponente primär am Patientenalter und an der individuellen Knochenqualität orientiert, haben sich seit mehreren Jahren für die Pfannenkomponente zementfreie Verankerungstechniken (*press-fit*, Schraubenfixation, Schraubpfannen) etabliert. Die Verankerung von Schraubpfannen basiert auf konisch zulaufenden Gewindegängen, die sich beim manuellen Eindrehen in das vorpräparierte Acetabulum einschneiden und somit eine gute Primärstabilität schaffen.<sup>3</sup> Demgegenüber beruht die knöcherne Verankerung bei so genannten *press-fit*-Pfannen auf dem Prinzip der elastischen Verklebung, wobei die Primärstabilität hier im Wesentlichen von der lokalen Knochenqualität abhängt. Liegt eine insuffiziente Knochenqualität vor, wird häufig kein ausreichendes *press-fit*, sondern lediglich

<sup>2</sup> Vgl. Malchau *et al.* (2005) sowie Ramiah *et al.* (2007).

<sup>3</sup> Vgl. Perka *et al.* (2004).

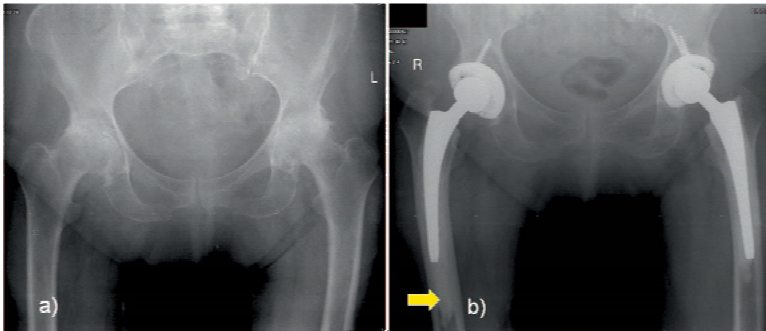


Abb. 2: Beidseitige Hüft-Totalendoprothese bei einer 70-jährigen Patientin aufgrund einer fortgeschrittenen Coxarthrose mit aufgehobenem Gelenkspalt (a). Wie in der postoperativen Röntgenaufnahme sichtbar, wurde die Pfannenkomponente zementfrei in *press-fit*-Technik verankert und zusätzlich durch so genannte Pfahlschrauben im Os ilium fixiert. Der Prothesenschaft wurde in zementierter Technik verankert. Der PMMA-Knochenzement (Pfeil) enthält Zirkonoxid als Röntgenkontrastmittel (b).

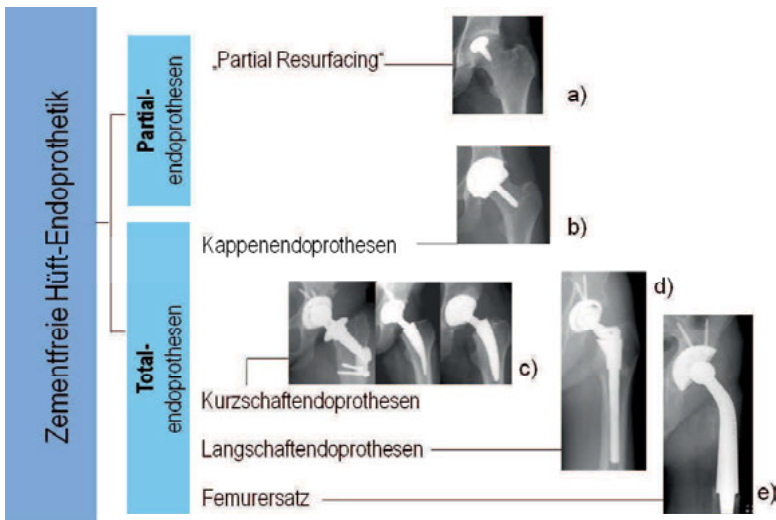


Abb. 3: Bei jungen Patienten haben sich insbesondere zementfreie Verankerungstechniken durchgesetzt. Das Ausmaß, wie viel knöchernes Gewebe durch Implantat ersetzt werden muss, richtet sich nach individuellen Kriterien wie Grunderkrankung, Lebensalter, Knochenqualität und Erwartungshaltung des Patienten: a) partieller Oberflächenersatz, b) vollständiger Oberflächenersatz, c) verschiedene Kurzschafteendoprothesen, d) zementfreie metaphysär verankerte Langschafteendoprothese (Typ SROM®), e) proximaler Femurersatz mit diaphysärer Verankerung.

eine passgenaue Auflage der Pfannenkomponente im Knochenlager (so genanntes *form-fit*) erreicht. Insbesondere bei Osteopenie, Osteoporose oder acetabulärer Osteonekrose, wie sie nach einer Strahlentherapie auftreten kann,<sup>4</sup> kommen in solchen Fällen zusätzliche Verankerungsschrauben (Pfahlschrauben) zum Einsatz. Die Orthopädische Arbeitsgruppe am UKD konnte zeigen, dass das Einbringen von Pfahlschrauben bei *press-fit*-Pfannen die mittelfristige Pfannenmigration im knöchernen Becken bei insuffizientem Knochen nicht verhindern kann,<sup>5</sup> jedoch andererseits keinen Risikofaktor für eine frühzeitige Implantatlockerung darstellt.

### Verankerungstechniken bei Knochendefekten

Revisionseingriffe in der Hüftendoprothetik sind häufig mit kritisch großen Knochendefekten an Becken und Femur assoziiert, deren Behandlung eine besondere operationstechnische und biologische Herausforderung darstellt. Neben den Standardverfahren wie der Verwendung von knochenüberbrückenden Megaimplantaten und dem Einsatz von modularen Systemen („Baukastenprinzip“) kommt der lokalen Anwendung von Wachstumsfaktoren und Zelltherapeutika in den letzten Jahren eine zunehmend größere Bedeutung zu. So wurden an der Orthopädischen Universitätsklinik am UKD bisher über 50 Patienten mit Knochendefekten und -heilungsstörungen mit einem autologen Zelltherapeutikum behandelt.<sup>6</sup> Hierbei werden intraoperativ mononukleäre Zellen durch Dichtegradientenzentrifugation aus autologem Knochenmarkspirat gewonnen und konzentriert (*bone marrow aspiration concentrate*, BMAC; Abb. 4). In 94 Prozent der behandelten Fälle kam es zu einer Heilung des Knochendefekts. Entscheidend für eine lokale Zelltherapie ist der Einsatz eines geeigneten zellulären Trägerwerkstoffs (*scaffold*). Dessen Oberflächengeometrie und physikochemische Eigenschaften beeinflussen entscheidend die zelluläre Adhärenz, Migration und Differenzierung, wie unter anderem auch aus eigenen Untersuchungen hervorgeht.<sup>7</sup> Hochporöse Biowerkstoffe aus Hydroxylapatit (HA), Beta-Tricalciumphosphat (TCP) sowie Kollagenmatrices haben sich für die Anwendung am Knochen durchgesetzt. Darüber hinaus wurden ebenfalls erste Erfolge durch die Anwendung von *bone morphogenic proteins* (BMP) bei endoprothesenassoziierten Knochendefekten erzielt.<sup>8</sup> Ob auch die Applikation von Prostazyklin-Analoga die lokale Knochenheilung positiv beeinflussen kann, wird derzeit in entsprechenden *In-vitro*- und *In-vivo*-Projekten untersucht.<sup>9</sup>

### Innovative Werkstoffe zur Verbesserung der knöchernen Integration

Innerhalb der letzten Jahre wurden zahlreiche neue Werkstoffe in der Hüftendoprothetik eingeführt. So wurde neben dem biokompatiblen Titan und verschiedenen Titanlegierungen auch Tantal eingeführt, das ein hohes osteokonduktives Potenzial aufweist und sich bei zementfreien Implantaten in ersten klinischen Studien bereits bewährt hat.<sup>10</sup> Eine be-

<sup>4</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2008).

<sup>5</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2009a).

<sup>6</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2009a).

<sup>7</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2008) sowie Jäger *et al.* (2007).

<sup>8</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2006).

<sup>9</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2008) sowie Tillmann *et al.* (2007).

<sup>10</sup> Vgl. Macheras *et al.* (im Druck) sowie Xenakis *et al.* (im Druck).

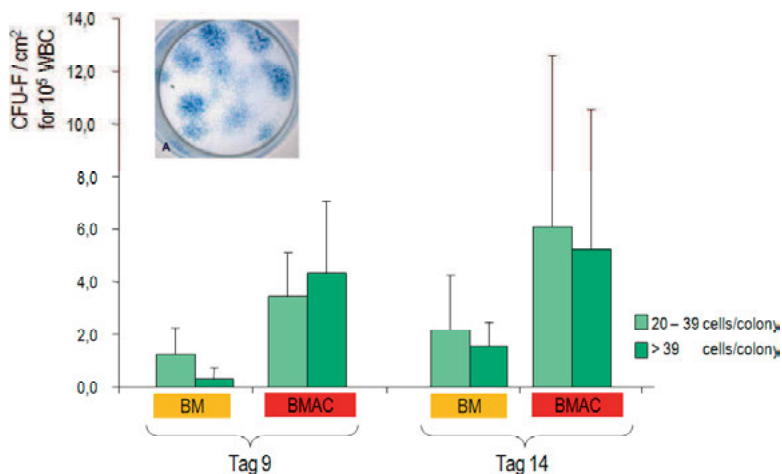


Abb. 4: Eine In-vitro-Analyse der Anzahl von so genannten *colony-forming-units fibroblasts* (CFU-F) belegt die regenerative Überlegenheit des von der orthopädischen Arbeitsgruppe klinisch eingesetzten Knochenmarkkonzentrats (BMAC) im Vergleich zum Knochenmarkspirat (BM). BMAC reduziert die Menge der zur Behandlung von größeren Knochendefekten entnommenen autologen Spongiosa und reduziert somit die bekannte und in zahlreichen Studien belegte Entnahmemorbidität.

sondere werkstoffwissenschaftliche und biologische Herausforderung betrifft jene Biomaterialien, die einer hohen Beanspruchung und einem dynamischen Verschleiß unterliegen. In der Hüftendoprothetik handelt es sich hierbei im Wesentlichen um die artikulierenden Gelenkpartner (Kugelpfopf mit Pfanneninlay). Herkömmliche  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramiken weisen aufgrund ihrer glatten Oberfläche sowie ihrer hohen Härtegrade exzellente tribologische Eigenschaften auf. Ein wesentlicher Nachteil von Keramik-Keramik-Gleitpaarungen ist jedoch die Gefahr eines Sprödbruchs.<sup>11</sup> Mit der Einführung der so genannten Delta-Keramik scheint dieses Problem materialtechnisch gelöst zu sein. Bei diesem neuen Werkstoff werden einer  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramik circa 24 Prozent yttriumstabilisierte tetragonale  $\text{ZrO}_2$ -Partikel (Y-TZP) hinzugefügt. Durch die Einlagerung des genannten Y-TZP wird das Risiko für strukturelle Veränderungen und die Initiierung von Materialsprödbrüchen reduziert. Darüber hinaus verteilen die ebenfalls hinzugefügten plättchenförmigen Strontiumoxidkristalle die auf die Delta-Keramik einwirkenden Kräfte. Die Festigkeit wird zusätzlich durch den Zusatz von circa einem Prozent  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  erhöht, das dieser Keramik seine typische hellrosa Farbe verleiht. Durch die verbesserten Werkstoffeigenschaften der Delta-Keramik ist nun auch die Verwendung von längeren Prothesenhälsen beziehungsweise größeren Kugelpföpfen (derzeit bis zu 40 mm Durchmesser) möglich.<sup>12</sup>

Weitere materialwissenschaftliche Entwicklungen haben Anfang des 21. Jahrhunderts zur Einführung der quervernetzten Polyethylene (so genannte *highly cross-linked polyethylene*, XLPE) geführt. Durch einen höheren Vernetzungsgrad der bisher verwendeten hoch-

<sup>11</sup> Vgl. Jäger *et al.* (2002) sowie Benazzo (2007).

<sup>12</sup> Vgl. D'Antonio und Sutton (2009) sowie Leslie *et al.* (2008).

molekularen Polyethylene (*ultra high molecular weight polyethylene*, UHMWPE) wurden die Härte und damit der Reibewiderstand verbessert, was entsprechende *In-vitro*-Daten aus Hüftgelenks simulatoren mit vergleichsweise niedrigeren Abriebraten gezeigt haben (Tab. 1). Die Arbeitsgruppe der Orthopädischen Universitätsklinik am UKD konnte jedoch zeigen, dass es *in vivo* innerhalb des ersten postoperativen Jahres sehr wohl zu einem relativ hohen Materialverschleiß auch bei XLPE kommen kann (Abb. 1).<sup>13</sup> Ob zukünftig weitere Biomaterialien wie kohlenstoffhaltige Polybutyleneterphthalat- oder Polyetheretherketone-Komposits die gegenwärtig verfügbaren endoprothetischen Werkstoffe ergänzen oder gar ersetzen werden, ist noch völlig unklar.<sup>14</sup>

	UHMWPE	XLPE
<b>mechanische Eigenschaften</b>	Dichte: 0,930 bis 0,945 g/ml E-Modul: 0,8 bis 1,5 GPa Bruchfestigkeit: 19 bis 23 MPa Bruchdehnung: 200 bis 350 Prozent Bruchspannung: 30 bis 49 MPa	mechanische Eigenschaften variieren in Abhängigkeit vom Herstellungsprozess
<b>Herstellung/Sterilisation</b>	Gammabestrahlung (2,5–4,0 Mrad) in inerter Atmosphäre (Stickstoff/Argon, Vakuum) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderung einer Quervernetzung</li> <li>• Verringerung des Reibewiderstand</li> <li>• Förderung der <i>In-vivo</i>-Oxidation durch freie Radikale</li> </ul> Gassterilisation (EtO, Gasplasma) <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Veränderung der chemischen und mechanischen Eigenschaften</li> <li>• keine Cross-linking-Effekte</li> </ul>	Gamma- oder Elektronenbestrahlung (5–10 Mrad) gefolgt von Aushärtung <p>a) <i>oberhalb</i> des Schmelzpunktes (135 °C)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung der Abriebrate</li> <li>• Verringerung des Kristallinitätsgrades</li> <li>• Neutralisierung freier Radikale durch Aushärtungsprozesse</li> <li>• Verringerung von Bruchfestigkeit, -dehnung, -spannung</li> </ul> <p>b) <i>unterhalb</i> des Schmelzpunktes (130 °C)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung der Abriebrate</li> <li>• erhöhter Kristallinitätsgrad im Vergleich zu a)</li> <li>• verbliebene freie Radikale können zur <i>In-vivo</i>-Oxidation führen</li> <li>• Verringerung mechanischer Eigenschaften weniger stark als bei a)</li> </ul>

Tab. 1: In der Hüftendoprothetik angewandte Polyethylene: vergleichende Gegenüberstellung von herkömmlich in der Hüftendoprothetik verwendetem ultrahochvernetztem Polyethylen (UHMWPE) und quervernetztem Polyethylen (XLPE).

Eine weitere werkstofftechnische Neuerung ist die Silberbeschichtung von Endoprothesen. Durch die lokale und schrittweise Freisetzung von Silberionen entsteht ein antimikrobielles Milieu. Neben dem Einsatz silberbeschichteter Endoprothesen bei Revisions-

<sup>13</sup> Vgl. Jäger *et al.* (submitted).

<sup>14</sup> Vgl. Bernasek *et al.* (2009).

eingriffen nach vermeintlich ausgeheiltem Implantatlagerinfekt spielen diese Implantate insbesondere beim Extremitäten erhaltenden Gelenkersatz nach ausgedehnten Tumorektomien eine zunehmende Rolle (Abb. 5 rechts). So konnte an Osteosarkomzellen (HOS-58, SAOS) ein dosisabhängiger, antiproliferativer Effekt durch silberbeschichtete Prüfkörper gezeigt werden.<sup>15</sup>

Eine weitere innovative Technik zur Erhöhung der ossären Integration von Endoprothesen ist die Modifikation von endoprothetischen Werkstoffoberflächen. Hierbei zeigen sowohl die Beschichtung mit so genannten RGD<sup>16</sup>-Sequenzen, die selektiv an die Integrine binden und damit die zelluläre Adhärenz verstärken, als auch die Kopplung von Wachstumsfaktoren, wie zum Beispiel BMP-2, BMP-7 und *platelet derived growth factor* (PDGF), ein großes Entwicklungspotenzial (Abb. 6). Ob sich diese *interfacial biomaterials* (IFB) zur Verankerung von Hüftendoprothesen bei Patienten mit reduzierter Knochenqualität zukünftig durchsetzen werden, ist Gegenstand aktueller Untersuchungen und abhängig von den Bewertungen der Ergebnisse und der Kosten-Nutzen-Relation.

## Neue Implantatdesigns

Ein Ziel bei der Entwicklung neuer Endoprothesentypen ist der maximale Erhalt von körpereigenem Knochen. Bei der so genannten Kappenendoprothese wird dieses Prinzip verwirklicht. Hierbei handelt es sich um einen Oberflächenersatz des destruierten Gelenkknorpels sowie des unmittelbar darunter befindlichen subchondralen Knochens. Nach frustrierten mittelfristigen Ergebnissen mit Implantatlockerungen und Schenkelhalsfrakturen aufgrund hoher Abriebraten der Hüftpfannen aus dem Werkstoff Polyethylen in den 1980er Jahren erleben die Kappenendoprothesen zu Beginn des 21. Jahrhunderts eine Renaissance und zeigen insbesondere bei korrekter Indikationsstellung gute Ergebnisse.<sup>17</sup> Jüngere und männliche Patienten ohne hüftgelenknahe Deformitäten und mit guter Knochenqualität profitieren besonders von diesem Implantat. Eine innovative und besondere Form ist der partielle Oberflächenersatz, bei dem ein destruiertes osteochondrales Areal des Hüftkopfes zementfrei ersetzt wird, ohne die korrespondierende acetabuläre Fläche zu ersetzen (Abb. 7).

Ist es bereits zu einer Destruktion des Hüftkopfes gekommen, der Schenkelhals aber noch gut erhalten, kommen so genannte Kurzschaftendoprothesen zum Einsatz. Ziel dieser metaphysär verankerten Endoprothese ist die proximale (physiologische) Krafteinleitung unter Belastung und der Erhalt des Schenkelhalses (Abb. 8). Derzeit bieten verschiedene Hersteller mehrere so genannte Kurzschäfte an, die sich in Form und Oberflächenbeschaffenheit unterscheiden. So wird bei einer innovativen Kurzschaftform (MiniHip<sup>TM</sup>) neben einer HA-Beschichtung zur Verbesserung der osteointegrativen Eigenschaft und dem Anbringen von Längsrillen zur primären Rotationssicherung bei der Präparation des Markraumes nicht wie bei vielen anderen Implantaten der spongiöse Knochen durch Raspeln entfernt, sondern erhaltend verdichtet.<sup>18</sup> Weitere Vorteile sind die Modularität des Systems mit verschiedenen Prothesenhalswinkeln, neun abgestuften Größen und einer freien Wahl

<sup>15</sup> Vgl. Harges *et al.* (2007a) sowie Harges *et al.* (2007b).

<sup>16</sup> Arginin-Glycin-Aspartat

<sup>17</sup> Vgl. Nunley *et al.* (2009).

<sup>18</sup> Vgl. Jerosch und Plitz (2009).





Abb. 5: Bei großen Knochendefekten werden je nach Defektgröße Teile des Femurs durch Endoprothesen ersetzt: proximaler Femurersatz (links); distaler Femurersatz als Wachstumsendoprothese und externes Steuerungsmodul (Mitte); silberbeschichtete Titanendoprothese mit makroporöser Oberfläche (rechts). Durch eine lokale Freisetzung von Silberionen wird das Infektionsrisiko im Bereich des Implantatlagers reduziert.

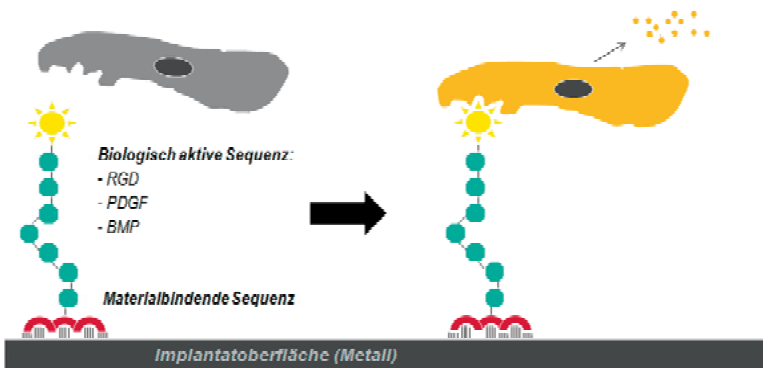


Abb. 6: Das Funktionsprinzip der IFB beruht auf der biologisch aktiven Domäne von an Implantaten gebundenen Ankerproteinen (Ligandenbindung, *self-assembly films*). In Abhängigkeit von der biologisch aktiven Sequenz gelingt die selektive Stimulation von Osteoblasten und/oder mesenchymalen Progenitorzellen (RGD, PDGF, BMP).

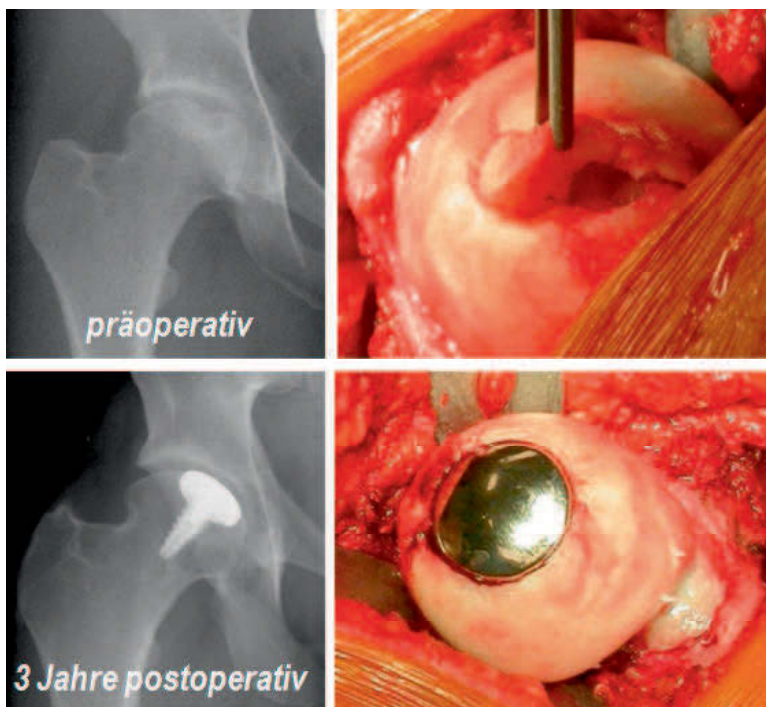


Abb. 7: Partieller Oberflächenersatz am Hüftkopf einer 22-jährigen Patientin mit großem osteochondralem Defekt. Der Operationssitus zeigt das chondrolytische Areal. Auch drei Jahre postoperativ ist die Patientin bei regelmäßigem Röntgenbefund mit erhaltenem Gelenkspalt beschwerdefrei.

der Gleitpartner (Keramik-Keramik/Keramik-Polyethylen/Metall-Metall). Liegt eine hüftgelenknahe Deformität vor, muss diese beim Gelenkersatz mit korrigiert werden. In diesem Fall verwenden wir seit mehr als zehn Jahren an der Orthopädischen Universitätsklinik am UKD zementfreie, modulare Endoprothesen einschließlich Langschäften mit proximaler oder – bei zusätzlichen Knochendefekten am proximalen Femur – diaphysärer Verankerung. Bei ausgedehnter Knochendestruktion und Tumoren kommt der proximale oder distale Femurersatz zur Anwendung, bei dem je nach Ausmaß individuell längere Abschnitte des Femurs oder der Tibia ersetzt werden (Abb. 5 Mitte). Sofern es sich bei den Patienten um Kinder und Jugendliche im Wachstumsalter handelt, werden motorgetriebene, von extern gesteuerte so genannte Wachstumsendoprothesen angewendet, die sich angepasst an das Längenwachstum teleskopartig verlängern lassen (Abb. 5).

### Neue Operationstechniken

Neben Knochenqualität, Werkstoffeigenschaften sowie Design und Verankerungstechnik der jeweils verwendeten Endprothese beeinflusst das operationsbedingte Weichteiltrauma das klinische Ergebnis bei Hüfttotalendoprothesen. Mit der Optimierung und Anpassung

des chirurgischen Implantationsinstrumentariums werden zunehmend wenig traumatisierende Zugangswege in der Hüftendoprothetik verwendet (minimalinvasive Zugangswege). Aufgrund der hierdurch bedingten limitierten Übersicht über den Operationssitus kommt der Computernavigation insbesondere bei hüftgelenknahen Deformitäten eine besonders wichtige Rolle zu. Während vor einem Jahrzehnt noch überwiegend CT-Daten mit entsprechend hoher Strahlenbelastung und logistischem Aufwand zur computergestützten Navigation erforderlich waren, wurde Anfang des 21. Jahrhunderts die bildwandlergesteuerte, intraoperative Navigation eingeführt. Seit mehreren Jahren wird die kabellose und röntgenfreie Navigation in der Hüft- und Knieendoprothetik auch bei uns angewendet. Die hohe Zuverlässigkeit dieser innovativen und strahlenhygienisch günstigen Navigationstechnik wurde an humanen Leichenpräparaten und CT-Daten durch die orthopädische Arbeitsgruppe bereits im April 2006 belegt. Im Gegensatz dazu hat sich die Robotik, die noch bis vor wenigen Jahren von einigen Arbeitsgruppen<sup>19</sup> propagiert wurde, nicht durchsetzen können und ist gänzlich vom Markt verschwunden.

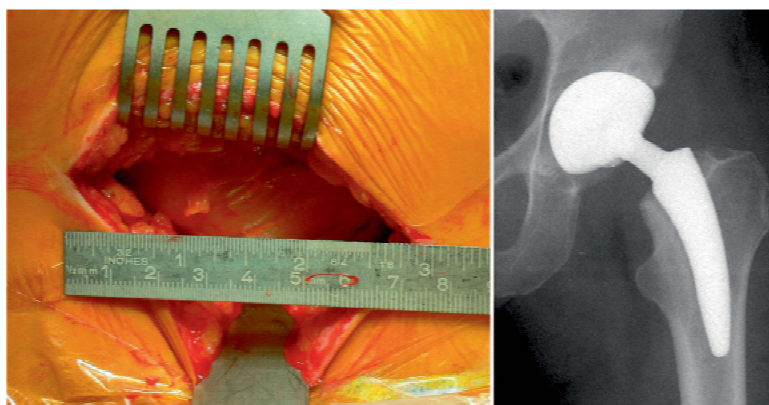


Abb. 8: Operationssitus mit wenig invasivem Zugangsweg (Länge des Hautschnitts circa 7 cm) vor Einbringen einer Schenkelhalsendoprothese bei einer 50-jährigen Patientin; daneben das postoperative Röntgenbild.

## Ausblick für die Zukunft

Seit einigen Jahren werden wieder zunehmend Gelenk erhaltende Eingriffe am Hüftgelenk vorgenommen. Neben der Korrektur einer pathologischen Biomechanik durch etablierte hüftgelenknaher Umstellungsosteotomien hat die Labrum- und Knorpelchirurgie seit Beginn des 21. Jahrhunderts wesentlich an Bedeutung gewonnen. Eine Grundvoraussetzung für den Therapieerfolg ist die korrekte Indikationsstellung, die neben den klinischen Beschwerden und laborchemischen Untersuchungen insbesondere auch auf entsprechenden bildgebenden Verfahren basiert. Die im konventionellen Röntgenbild sichtbaren Arthrosezeichen subchondrale Sklerosierung, Gelenkspaltverschmälerung, Osteophyten und Zysten sind Zeichen einer bereits fortgeschrittenen Gelenkdegeneration. Obwohl das Arthro-

<sup>19</sup> Vgl. Mantwill *et al.* (2005).

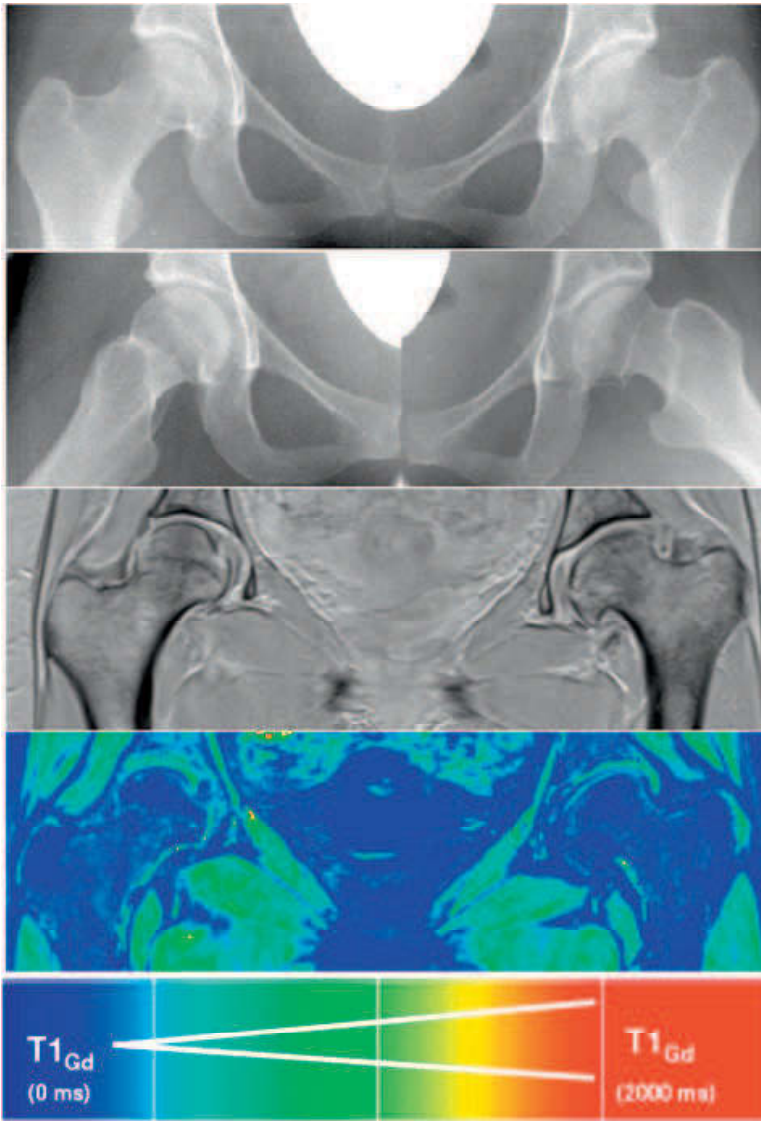


Abb. 9: Die beiden oberen Bilder zeigen den typischen Röntgenbefund (Beckenübersicht und Lauensteinaufnahme beidseits) eines mit milder Fehlstellung ausgeheilten Morbus Perthes am linken Hüftgelenk mit ovalem Hüftkopf und Coxa magna (Stulberg III). Das Nativ-MRT-Bild (Mitte) bietet keine wesentlichen zusätzlichen Informationen. Im dGEMRIC-Bild (unten) zeigen sich die unterschiedlichen T1-Zeiten und damit GAG-Verteilungsmuster im Knorpel (rot: hoher GAG-Gehalt, blau: niedriger GAG-Gehalt).

MRT die Diagnostik von Schäden am Labrum acetabulare deutlich verbessert hat, zeigt dieses nativkernspintomografische Verfahren eine Knorpeldegeneration erst bei morphologisch manifesten Schäden der chondrogenen Histoarchitektur und damit relativ spät im Verlauf der Degeneration.<sup>20</sup> Dahingegen ist der Verlust an Glykosaminoglykanen (GAG) als frühes Ereignis in der Knorpeldegeneration bekannt.<sup>21</sup> Das neue MRT-Verfahren *delayed Gadolinium Enhanced MRI of Cartilage* (dGEMRIC) ist ein validiertes, jedoch in der klinischen Anwendung noch nicht verbreitetes biochemisch sensibles MRT-Verfahren zur *In-vivo*-Beurteilung des GAG-Gehaltes im Knorpel und damit der „Knorpelqualität“ (molekulare Bildgebung, Abb. 9).

Als erste Arbeitsgruppe in Deutschland hat die orthopädische Arbeitsgruppe am UKD in Zusammenarbeit mit dem Institut für diagnostische Radiologie das MRT-Verfahren dGEMRIC in einer klinischen Studie angewendet: Zur Beurteilung der Knorpelbeschaffenheit im Langzeitverlauf nach Morbus Perthes (durchschnittlicher Nachuntersuchungszeitraum: 25 Jahre) wurden 27 Patienten klinisch, radiologisch und mit dGEMRIC untersucht. Hierbei konnte mit dieser neuen Methode erstmalig gezeigt werden, dass frühzeitig und vornehmlich medial im Bereich des Hüftgelenks ein statistisch signifikanter Verlust an GAG auftritt, während die zentralen und lateralen Anteile des Hüftgelenks nach Morbus Perthes offensichtlich noch lange intakt bleiben.<sup>22</sup> Bei breiterer klinischer Anwendung und Erfahrung könnten sich dGEMRIC und andere, ebenfalls bei uns in klinischer Erprobung befindliche molekulare MRT-Verfahren in Zukunft als sinnvolle Ergänzung zu hergebrachten Verfahren in der Diagnostik von Knorpelschäden erweisen.

## Literatur

- BENAZZO, F. M. (2007). „Failure mechanisms of ceramic total hip arthroplasty“, *Journal of Bone Joint Surgery* 89, 1131–1132.
- BERNASEK, T. L., J. L. STAHL und D. PUPELLO (2009). „Pyrolytic carbon endoprosthesis replacement for osteonecrosis and femoral fracture of the hip: A pilot study“, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 467(7), 1826–1832.
- D’ANTONIO, J. A. und K. SUTTON (2009). „Ceramic materials as bearing surfaces for total hip arthroplasty“, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 17, 63–68.
- HARDES, J., H. AHRENS, C. GEBERT, A. STREITBUERGER, H. BUERGER, M. ERREN, A. GUNSEL, C. WEDEMEYER, G. SAXLER, W. WINKELMANN und G. GOSHEGER (2007a). „Lack of toxicological side-effects in silver-coated megaprotheses in humans“, *Biomaterials* 28, 2869–2875.
- HARDES, J., A. STREITBURGER, H. AHRENS, T. NUSSELT, C. GEBERT, W. WINKELMANN, A. BATTMANN und G. GOSHEGER (2007b). „The influence of elementary silver versus titanium on osteoblasts behaviour in vitro using human osteosarcoma cell lines“, *Sarcoma*, 26539.
- JÄGER, M., A. WILD und R. KRAUSPE (2002). „Medical-legal aspects in fractured ceramic liners after implantation of a hip endoprosthesis“, *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 140, 533–537.
- JÄGER, M., S. ENDRES und A. WILKE (2004). „Hüftgelenkersatz im Kindes-, Jugend- und frühen Erwachsenenalter: Eine Literaturübersicht“, *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete* 142, 194–212.

<sup>20</sup> Vgl. Williams *et al.* (2003).

<sup>21</sup> Vgl. Venn und Maroudas (1977).

<sup>22</sup> Vgl. Zilkens *et al.* (im Druck).

- JÄGER, M., R. EMAMI, F. THOREY und R. KRAUSPE (2006). „Saving implants! BMP-2 application in revision total hip surgery“, *International Journal of Biomedical Science* 2, 187–195.
- JÄGER, M., C. ZILKENS, K. ZANGER und R. KRAUSPE (2007). „Significance of nano- and microtopography for cell-surface interactions in orthopaedic implants“, *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 69036.
- JÄGER, M., M. J. BEGG, J. READY, B. BITTERSÖHL, M. MILLIS, R. KRAUSPE und T. S. THORNHILL (2008a). „Primary total hip replacement in childhood, adolescence and young patients: Quality and outcome of clinical studies“, *Technology and Health Care* 16, 195–214.
- JÄGER, M., D. BLONDIN, R. REIFF, R. KRAUSPE und S. GRIPP (2008b). *Strahlentherapie-induziertes Osteonekroseisiko beim Prostatacarcinom*. Berlin.
- JÄGER, M., F. P. TILLMANN, T. S. THORNHILL, M. MAHMOUDI, D. BLONDIN, G. R. HETZEL, C. ZILKENS und R. KRAUSPE (2008c). „Rationale for prostaglandin i2 in bone marrow oedema – from theory to application“, *Arthritis Research and Therapy* 10, R120.
- JÄGER, M., F. URSELMANN, F. WITTE, K. ZANGER, X. LI, D. C. AYERS und R. KRAUSPE (2008d). „Osteoblast differentiation onto different biometals with an endoprosthetic surface topography in vitro“, *Journal of Biomedical Material Research* 86, 61–75.
- JÄGER, M., E. M. JELINEK, K. M. WESS, A. SCHARFSTÄDT, M. JACOBSON, S. V. KEVY und R. KRAUSPE (2009a). „Bone marrow concentrate: A novel strategy for bone defect treatment“, *Current Stem Cell Research and Therapy* 4, 34–43.
- JÄGER, M., M. BEHRINGER, C. ZILKENS und R. KRAUSPE (2009b). „Clinical and roentgenological outcome of XLPE-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tribological pairing in a cementless modular total hip system“, *EFORT*, 371.
- JÄGER, M., C. ZILKENS, C. N. KRAFT, S. DJALALI und R. KRAUSPE (submitted). „Screw fixation does not prevent migration of cementless press-fit cups in elderly patients“, *Journal of Bone and Joint Surgery*.
- JEROSCH, J. und W. PLITZ (2009). „Anatomische und biomechanische Grundlagen eines neuen Kurzschaftsystems (MiniHip)“, *Orthopädische Praxis*, 1.
- LESLIE, I., S. WILLIAMS, C. BROWN, G. ISAAC, Z. JIN, E. INGHAM und J. FISHER (2008). „Effect of bearing size on the long-term wear, wear debris, and ion levels of large diameter metal-on-metal hip replacements – an in vitro study“, *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 87, 163–172.
- MACHERAS, G., K. KATEROS, A. KOSTAKOS, S. KOUTSOSTATHIS, D. DANOMARAS und P. J. PAPANAGELOPOULOS (im Druck). „Eight- to ten-year clinical and radiographic outcome of a porous tantalum monoblock acetabular component“, *Journal of Arthroplasty*.
- MALCHAU, H., G. GARELLICK, T. EISLER, J. KARRHOLM und P. HERBERTS (2005). „Presidential guest address: The swedish hip registry: Increasing the sensitivity by patient outcome data“, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 441, 19–29.
- MANTWILL, F., A. P. SCHULZ, A. FABER, D. HOLLSTEIN, M. KAMMAL, A. FAY und C. JURGENS (2005). „Robotic systems in total hip arthroplasty – is the time ripe for a new approach?“, *International Journal of Medical Robotics* 1, 8–19.
- NUNLEY, R. M., C. J. DELLAVALLE und R. L. BARRACK (2009). „Is patient selection important for hip resurfacing?“, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 467, 56–65.
- PERKA, C., U. FISCHER, W. R. TAYLOR und G. MATZLIOLIS (2004). „Developmental hip dysplasia treated with total hip arthroplasty with a straight stem and a threaded cup“, *Journal of Bone and Joint Surgery* 86-A, 312–319.
- RAMIAH, R. D., A. M. ASHMORE, E. WHITLEY und G. C. BANNISTER (2007). „Ten-year life expectancy after primary total hip replacement“, *Journal of Bone and Joint Surgery* 89, 1299–1302.

- TILLMANN, F. P., M. JÄGER, D. BLONDIN, D. SCHOOLDERMANN, A. VOICULESCU, C. SUCKER, B. GRABENSEE, R. KRAUSPE und G. R. HETZEL (2007). „Intravenous iloprost: A new therapeutic option for patients with post-transplant distal limb syndrome (ptdls)“, *American Journal of Transplantation* 7, 667–671.
- VENN, M. und A. MAROUDAS (1977). „Chemical composition and swelling of normal and osteoarthrotic femoral head cartilage. I. Chemical composition“, *Annals of Rheumatic Diseases* 36, 121–129.
- WILLIAMS, A., R. A. OPPENHEIMER, M. L. GRAY und D. BURSTEIN (2003). „Differential recovery of glycosaminoglycan after il-1-induced degradation of bovine articular cartilage depends on degree of degradation“, *Arthritis Research and Therapy* 5, R97–R105.
- XENAKIS, T. A., G. A. MACHERAS, K. S. STAFILAS, A. T. KOSTAKOS, K. BARGIOTAS und K. N. MALIZOS (im Druck). „Multicentre use of a porous tantalum monoblock acetabular component“, *International Orthopaedics*.
- ZILKENS, C., A. HOLSTEIN, B. BITTERSÖHL, M. JÄGER, T. HAMBERG, T. MAMISCH, Y. KIM und R. KRAUSPE (im Druck). „Delayed gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging of cartilage (dgmRIc) in the long term follow-up after perthes disease“, *Journal of Bone and Joint Surgery*.





# CHRISTIAN NAUJOKS, JÖRG HANDSCHEL und NORBERT KÜBLER

## Aktueller Stand des osteogenen Tissue-Engineerings

### Einleitung

Knochendefekte im Bereich der Kiefer stellen auch heute noch eine große therapeutische Herausforderung dar. Durch den zunehmenden Altersdurchschnitt in der Bevölkerung bekommen die Therapie von periodontalen Knochendefekten und die Therapie von Kieferatrophien (zum Beispiel vor implantatbasierter Rehabilitation des Kauapparates) einen höheren Stellenwert. Allen Krankheitsbildern ist gemein, dass die Wiederherstellung des knöchernen Gesichtsskeletts mit seinen funktionellen und ästhetischen Aspekten für die Lebensqualität der Patienten von großer Bedeutung ist. Die knöcherne Wiederherstellungschirurgie hat in den letzten Jahrzehnten einen Wandel erfahren. In den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts erfolgte die Skelettrekonstruktion häufig mittels artifizierlicher Materialien wie Kalziumphosphaten, Keramiken und Polymeren.<sup>1</sup> Hierdurch konnten zwar die Skelettform und teilweise auch die Funktion wiederhergestellt werden; jedoch wurden materialspezifische Nachteile in Kauf genommen. Mittlerweile findet zunehmend Berücksichtigung, dass das Skelett einem dynamischen Geschehen unterworfen ist, gekennzeichnet durch einen adaptativen Knochenan- und -abbau. Die Knochenneubildung basiert auf der Fähigkeit des ossären Gewebes, dynamische Umbauprozesse in Gang zu setzen, die im optimalen Fall zu einer Restitutio ad integrum, wie beispielsweise bei der Knochenheilung nach einer Fraktur, führen.<sup>2</sup> Auf diesen Erkenntnissen basierend werden auch heute häufig autologe Transplantate zur Knochenregeneration eingesetzt. Diese weisen im Gegensatz zu den artifizierlichen alloplastischen Materialien lebende, biologisch aktive Zellen auf, die sowohl an der Einheilung als auch an der Adaptation an die lokalen mechanischen Anforderungen beteiligt sind. Aufgrund der vielen Vorteile wird bei körpereigenen Knochentransplantaten auch vom „Goldstandard“ gesprochen.<sup>3</sup> Neben nicht vaskularisierten, freien Knochentransplantaten werden auch mikrovaskulär anastomosierliche Transplantate (hohe mechanische Kompetenz)<sup>4</sup> verwendet, die bei größeren Defekten oder in vorgeschädigten Geweben (ersatzschwache Transplantatlager) Vorteile bieten.<sup>5</sup> Allerdings besteht neben der Entnahmemorbidität<sup>6</sup> auch die quantitative Limitation des zur Verfügung stehenden Knochenreservoirs als Nachteil.

In den letzten Jahren hat deshalb insbesondere in der Forschung ein Wandel stattgefunden. Dieser zielt zunehmend auf zellbasierte Knochenregenerations- und Rekonstruk-

<sup>1</sup> Vgl. Binderman und Fin (1990), Niwa *et al.* (2000) sowie Pochon und Kloti (1991).

<sup>2</sup> Vgl. Rodan (1992).

<sup>3</sup> Vgl. Pretorius *et al.* (2005).

<sup>4</sup> Vgl. Mehta *et al.* (2004).

<sup>5</sup> Vgl. Smolka und Ilzuka (2005).

<sup>6</sup> Vgl. Nkenke *et al.* (2001), Nkenke *et al.* (2004) sowie Sasso *et al.* (2005).

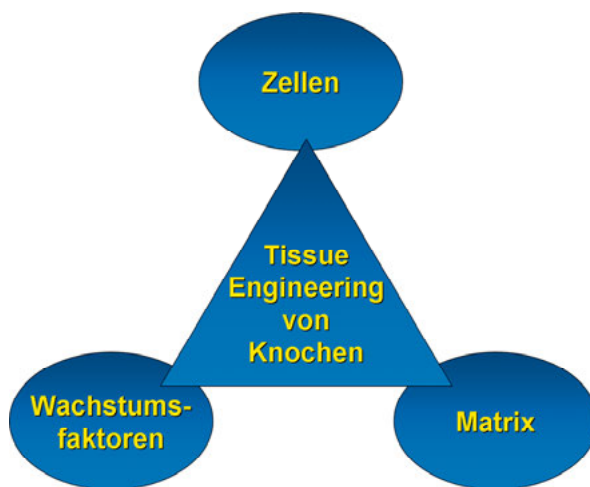


Abb. 1: Die drei essenziellen Säulen des Tissue-Engineerings

tionsansätze ab. Dabei unterstützen die vitalen Zellen die Wiederherstellung der Gewebefunktionalität.<sup>7</sup> Prinzipiell gibt es drei verschiedene Arten von zellbasierten Knochenregenerationsstrategien. Neben der Transplantation von Zellen in einem Gewebblock (klassisches Knochentransplantat) ist auch die *In-situ*-Aktivierung von ortsständigen Zellen (zum Beispiel Distraktionsosteogenese) möglich. Hierbei werden körpereigene Zellen durch verschiedene Stimuli, zum Beispiel Dehnungsreize,<sup>8</sup> elektromechanische Reize<sup>9</sup> und Stimulation durch Zytokine, zur Knochenbildung angeregt.<sup>10</sup> Weiterhin besteht die Möglichkeit der Transplantation von isolierten und/oder extrakorporal kultivierten Zellen, gegebenenfalls auch als extrakorporal generiertes Gewebekonstrukt. In diesem Zusammenhang wurde der Begriff „Tissue-Engineering“ geprägt. Beim Tissue-Engineering werden lebende Zellen *in vitro* auf beziehungsweise in einer Matrix kultiviert, um ein Zielgewebe zu erhalten, das dann in denselben Organismus transplantiert werden kann, um spezifische Gewebefunktionen wiederherzustellen. Die drei wichtigen biologischen Säulen des Tissue-Engineerings sind Zellen,<sup>11</sup> Wachstumsfaktoren<sup>12</sup> und Matrix (Biomaterial)<sup>13</sup> (Abb. 1). Im Rahmen des Tissue-Engineerings werden verschiedene Arten von Matrices, Wachstumsfaktoren und Zellen – singular oder in verschiedenen Kombinationen – für die Entwicklung von artifiziellen Knochen verwendet. Durch den Wegfall der Entnahmemorbidität und die theoretisch unbegrenzte Verfügbarkeit bietet die extrakorporale Herstellung von Ersatzgeweben deutliche Vorteile gegenüber der Verwendung von autologen Gewebetransplantaten.

<sup>7</sup> Vgl. Langer und Vacanti (1993).

<sup>8</sup> Vgl. Meyer *et al.* (1999a) sowie Meyer *et al.* (1999b).

<sup>9</sup> Vgl. Aaron *et al.* (2004).

<sup>10</sup> Vgl. Kübler *et al.* (1998) sowie Depprich *et al.* (2005).

<sup>11</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2006).

<sup>12</sup> Vgl. Kübler *et al.* (1998) sowie Depprich *et al.* (2005).

<sup>13</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2002) sowie Wiesmann *et al.* (2004).

## Zellen

Zellarten, die beim Tissue-Engineering Verwendung finden, können theoretisch autologen, allogenen oder xenogenen Ursprungs sein. Diese Kategorien können noch entsprechend ihrer Differenzierungskapazität in ausdifferenzierte (zum Beispiel Osteoblasten), multipotente, pluripotente und totipotente Zelllinien unterteilt werden. Im Gegensatz zu totipotenten Zellen, die einen kompletten Organismus generieren können, können sich pluripotente Zelllinien in Zellen aller drei Keimblätter differenzieren. Ihnen fehlt aber die Kompetenz, einen komplexen Gesamtorganismus zu bilden. Multipotente Zellen hingegen können in verschiedene Zelltypen differenzieren, ohne zugleich pluripotent oder totipotent zu sein. Neben dieser Einteilung der Zellen besteht auch die Möglichkeit, Zellen in natürliche und genetisch modifizierte Zellen einzuteilen (Tab. 1, Abb. 2).

natürlich vorkommende Zellen	genetisch modifizierte Zellen
toti- und pluripotente Zellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• embryonale Stammzellen (ESC)</li> <li>• Nabelschnurblutstammzellen (USSC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteosarkom-Zelllinien</li> <li>• immortalisierte Zelllinien               <ul style="list-style-type: none"> <li>– spontan</li> <li>– transformiert</li> </ul> </li> <li>• nicht transformierte klonale Zelllinien</li> </ul>
multipotente Zellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• adipozytäre Progenitorzellen (ADPC)</li> <li>• Knochenmark-Progenitorzellen (BMDPC)</li> <li>• periostale Progenitorzellen (PDPC)</li> <li>• Progenitorzellen aus Gefäßwänden</li> <li>• Progenitorzellen aus der Plazenta</li> </ul>	
unipotente Zellen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präosteoblasten</li> <li>• <i>lining cells</i></li> <li>• Osteoblasten</li> <li>• Osteozyten</li> </ul>	

Tab. 1: Einteilung von Zellen für das Tissue-Engineering von Knochen

Der Vorteil bei der Verwendung von toti-, pluri-, beziehungsweise multipotenten Zelllinien – zum Beispiel pluripotente embryonale Stammzellen (ESC) oder *unrestricted somatic stem cells* (USSC) – ist, dass eine Differenzierung der Ausgangszellen in Knochen bildende Zellen sowie in Zellen, die wichtige Funktionen bei der Generierung von Geweben übernehmen, wie zum Beispiel Endothelzellen, erfolgen kann. Multipotente mesenchymale Progenitorzellen (MPC) stellen eine sehr heterogene Gruppe dar und können aus verschiedenen Geweben (zum Beispiel Knochenmark, Periost, Fett und so weiter)<sup>14</sup> gewonnen und in unterschiedliche mesenchymale Zelllinien differenziert werden.<sup>15</sup> Stammzellen und Vorläuferzellen entstehen embryonal und scheinen im Gewebe adulter Organismen in geringer Anzahl zu persistieren. Dort tragen sie durch die Differenzierung in Fibroblasten, Osteoblasten, Chondrozyten und Adipozyten wesentlich zur Reparatur

<sup>14</sup> Vgl. Pittenger *et al.* (1999), Moosmann *et al.* (2005), Covas *et al.* (2005), In't Anker *et al.* (2004), Wulf *et al.* (2004), Seo *et al.* (2004), Ng *et al.* (2005) sowie Sakaguchi *et al.* (2004).

<sup>15</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2006).

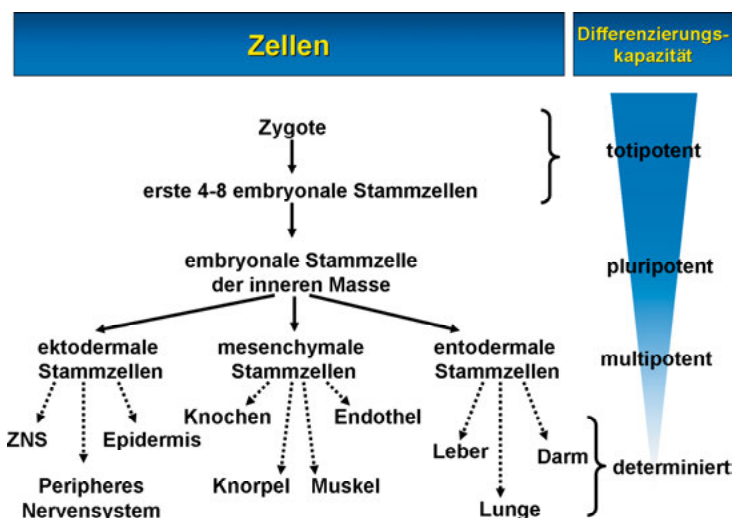


Abb. 2: Die Differenzierungskaskade

von Gewebedefekten bei.<sup>16</sup> Die Reifung dieser Zellen inklusive Proliferation und Differenzierung erfolgt unter dem Einfluss verschiedenster Hormone und Zytokine. Die Differenzierung in einen Osteoblasten ist definitionsgemäß dadurch erreicht, dass die Zelle Knochenmatrix synthetisiert, die sekundär mineralisiert wird. Des Weiteren exprimieren Osteoblasten phenotypische Marker wie Alkalische Phosphatase, Kollagen Typ I und Osteocalzin.<sup>17</sup> Zur Gewinnung der autologen MPC ist jedoch analog zur Knochentransplantatentnahme eine Entnahme durch Aspiration erforderlich. Da die MPC in Knochenmarksaaspiraten eine zahlenmäßig geringe Subpopulation darstellen (nur eine von 100.000 Zellen aus dem Knochenmark ist eine MPC<sup>18</sup>), ist die Gewinnung dieser Zellen recht aufwendig. Ein weiterer Nachteil dieser Zellen ist das begrenzte Erneuerungspotenzial verglichen mit zum Beispiel ESC und USSC.<sup>19</sup> Außerdem besitzen die MPC in höherem Lebensalter ein vermindertes Proliferationspotenzial und eine verminderte Differenzierungskapazität.<sup>20</sup>

Im Gegensatz zu den multipotenten MPC gehören die ESC zu den pluripotenten Zellen, die aus der inneren Zellmasse der Blastozyste gewonnen werden und eine pluripotente embryonale Vorläuferzelle darstellen. Vor über 20 Jahren gelang es erstmals, ESC aus der Maus zu isolieren und zu kultivieren.<sup>21</sup> Ende der 1990er Jahre konnte schließlich auch eine stabile humane ESC-Zelllinie etabliert werden.<sup>22</sup> ESC konnten früher nur in Co-Kulturen mit mitotisch inaktiven Fibroblasten, die als so genannte *feeder cells* fungierten, kulti-

<sup>16</sup> Vgl. Pittenger *et al.* (1999) sowie Caplan (1991).

<sup>17</sup> Vgl. Aubin und Liu (1996).

<sup>18</sup> Vgl. D'Ippolito *et al.* (1999) sowie Quarto *et al.* (1995).

<sup>19</sup> Vgl. McCulloch *et al.* (1991).

<sup>20</sup> Vgl. D'Ippolito *et al.* (1999), McCulloch *et al.* (1991) sowie Quarto *et al.* (1995).

<sup>21</sup> Vgl. Martin (1981).

<sup>22</sup> Vgl. Thomson *et al.* (1998).

viert werden.<sup>23</sup> Durch Supplementierung mit speziellen Faktoren ist dies heute jedoch nicht mehr notwendig. Unter speziellen Kultivierungsbedingungen können ESC in osteoblastenähnliche Zellen (OLC) differenzieren. Dies wird meistens durch den Zusatz von Dexamethason, Ascorbinsäure und  $\beta$ -Glycerolphosphat zum Nährmedium erreicht.<sup>24</sup> Aber auch Zytokine wie BMP-2 oder Vitamin D3 können die osteoblastäre Differenzierung fördern.<sup>25</sup> Anhand von murinen ESC, die in Anwesenheit von LIF (leukemia inhibitory factor), DAG (Dexamethason, Ascorbinsäuren,  $\beta$ -Glycerolphosphat) oder BMP-2 kultiviert wurden, konnte unsere Arbeitsgruppe zeigen, dass die Kultivierung mit DAG im Gegensatz zu BMP-2 eine bessere osteogene Differenzierung zur Folge hat. Dies wurde mittels immunhistologischer Färbungen und *Real-time*-PCR-Expressionsanalyse osteogener Marker (Kollagen I, Osteocalzin) objektiviert.<sup>26</sup> Ein Vorteil der ESC gegenüber den multipotenten mesenchymalen Progenitorzellen ist ihre Immortalität. Dadurch stellen sie ein unbegrenztes Reservoir zur Osteoblastendifferenzierung dar. In diesem Zusammenhang ist eine der wesentlichen Herausforderungen der heutigen Forschung, die immunogene Abstoßung dieser Zellen durch den immunkompetenten Transplantatempfänger zu vermeiden. Interessanterweise konnten Burt *et al.* eine MHC-mismatched-ESC-Transplantation bei Mäusen ohne den klinischen oder histologischen Nachweis einer *Graft-versus-Host*-Reaktion durchführen.<sup>27</sup> Des Weiteren beschrieb Zavazava in einem Übersichtsartikel die Möglichkeit, dass ESC ein Potenzial zur Induktion einer Immuntoleranz besitzen.<sup>28</sup> Neben all diesen Vorteilen gibt es auch Bedenken bezüglich der Anwendung der ESC für die Transplantation. So ist beispielsweise eine mögliche maligne Entartung der Zellen denkbar. Trounson beschrieb das vermehrte Auftreten von Teratomen und Teratokarzinomen bei Tieren mit transplantierten undifferenzierten ESC.<sup>29</sup> Viele Autoren haben jedoch keinen Hinweis auf eine tumoröse Entartung finden können.<sup>30</sup> Zuletzt bleiben noch rechtliche und ethische Bedenken bei der Verwendung humaner ESC für wissenschaftliche Versuche und für die klinische Anwendung. Die Diskussion bezieht sich letztendlich auf die Frage, ob der Schutz und die Integrität des humanen Embryos oder aber potenzielle Therapieoptionen für Patienten ein höheres Gut darstellen. Verbunden damit ist die Diskussion, ob der absolute Respekt vor dem individuellen menschlichen Leben bereits mit der Konzeption oder erst später beginnt.<sup>31</sup>

Eine mögliche Alternative zur Verwendung humaner ESC stellen die vor wenigen Jahren entdeckten mesenchymalen Stammzellen aus dem Nabelschnurblut (USSC) dar.<sup>32</sup> Bei diesen Zellen handelt es sich um mittels Dichtegradientenzentrifugation gewonnene pluripotente, mononukleäre Vorläuferzellen aus dem Nabelschnurblut. Diese weisen nur ein geringes immunogenes Potenzial auf, so dass die Zellen schon seit längerem bei der Behandlung von Leukämien in der Hämatookologie genutzt werden. Trotz allogener Trans-

<sup>23</sup> Vgl. Bielby *et al.* (2004), Heng *et al.* (2004) sowie zur Nieden *et al.* (2005).

<sup>24</sup> Vgl. Bielby *et al.* (2004) sowie Chaudhry *et al.* (2004).

<sup>25</sup> Vgl. zur Nieden *et al.* (2005).

<sup>26</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2008a).

<sup>27</sup> Vgl. Burt *et al.* (2004).

<sup>28</sup> Vgl. Zavazava (2003).

<sup>29</sup> Vgl. Trounson (2002).

<sup>30</sup> Vgl. Zhang *et al.* (2001).

<sup>31</sup> Vgl. Cogle *et al.* (2003) sowie Gilbert (2004).

<sup>32</sup> Vgl. Kögler *et al.* (2004).

plantation nicht HLA-identischer Individuen treten nur selten Abstoßungsreaktionen auf.<sup>33</sup> Die Zellen besitzen neben einem chondroblastären, adipozytären, hämatopetischen und neuronalen Differenzierungspotenzial auch das Potenzial einer osteoblastären Differenzierung.

Bei der Verwendung autologer determinierter osteoblastärer Zellen kommt es zu keinen immunologischen Reaktionen. Auch rechtliche und ethische Einschränkungen bestehen nicht. Zur Geweberegeneration ist allerdings eine ausreichende Anzahl von Zellen nötig, so dass die Kultivierbarkeit der Zellen von entscheidender Bedeutung ist. Inzwischen ist die Kultivierung dieser Zellen, die unterschiedlichsten Ursprungs sein können, jedoch ohne Verlust des Differenzierungspotenzials problemlos möglich.<sup>34</sup> Hierfür wird das Ursprungsgewebe (Knochen, Periost, Knochenmark) explantiert und die Zellen mittels unterschiedlicher Techniken (mechanische Zersetzung, Enzymdigestion) aus dem Gewebe isoliert.<sup>35</sup> Die isolierten Zellen können dann weiter proliferiert und differenziert werden.

## Matrix

Knochen ist ein spezialisiertes Stützgewebe, das durch die Mineralisation von Osteoid, der nicht kalzifizierten extrazellulären Matrix (ECM), entsteht. Die knöcherne Regeneration wird hauptsächlich durch Osteoblasten vermittelt, die sich aus mesenchymalen Vorläuferzellen differenzieren. Die Osteoblasten sezernieren ECM, die zu 90 Prozent aus Kollagen I besteht.<sup>36</sup> In der Folge werden der ECM Kalzium- und Phosphationen zugeführt und es entstehen Hydroxylapatitkristalle (Geflechtknochen). Neben Kollagen I werden auch Osteopontin, Osteonectin, Osteocalzin sowie Alkalische Phosphatase im Verlauf der Knochenbildung sezerniert.<sup>37</sup> Im Rahmen der Knochenregeneration beziehungsweise beim Tissue-Engineering muss die Matrix beziehungsweise das Trägergerüst (Scaffold) vielen Anforderungen genügen: nicht toxisch, biokompatibel, biologisch abbaubar (unter Bildung nicht toxischer Abbauprodukte), nicht immunogen, einfach chirurgisch fixierbar. Dabei soll die Matrix gleichzeitig die individuelle interne und externe Knochengeometrie nachahmen, die Knochenbildung und das Zellattachment fördern sowie durch lokale Zellen umgebaut werden können (*remodelling*).<sup>38</sup> Ein optimales Trägergerüst, das alle diese Anforderungen erfüllt, existiert derzeit noch nicht.

Scaffolds können in natürliche und künstliche Materialien unterteilt werden, wobei jede Klasse noch einmal in organische und anorganische Gruppen unterteilt wird: Es werden synthetisch-organische (Polylactide, Polyglykoide), synthetisch-anorganische (Hydroxylapatit, Kalzium-Phosphat-Composite, Glaskeramiken), natürlich-organische (Kollagen, Fibrin, Hyaluronsäure) und natürlich-anorganische Materialien (Korallenhydroxylapatit, anorganischer boviner Knochen) unterschieden. Die Zusammensetzung der Matrixkomponenten bestimmt die Eigenschaften, wie Formsteifigkeit und Bruchfestigkeit des Trägergerüsts.<sup>39</sup> Die Materialien existieren in verschiedenen Konsistenzen (Gele, spongiöse

<sup>33</sup> Vgl. Benito *et al.* (2004).

<sup>34</sup> Vgl. Meyer und Wiesmann (2005).

<sup>35</sup> Vgl. Vacanti *et al.* (1993) sowie Handschel *et al.* (2006).

<sup>36</sup> Vgl. Löffler (<sup>4</sup>2000).

<sup>37</sup> Vgl. Aubin und Liu (1996), McKee und Nanci (1996), Termine und Robey (1996) sowie Zernik *et al.* (1990).

<sup>38</sup> Vgl. Harland *et al.* (2002) sowie Wiesmann *et al.* (2004).

<sup>39</sup> Vgl. Wiesmann *et al.* (2004).

Konstrukte, hochkomplexe Strukturen mit Poren und Kanälen).<sup>40</sup> Neben dem langsamen Abbau und der Möglichkeit des Ersatzes durch Knochen ist auch die Imitation der internen und externen Knochenmorphologie entscheidend für die Qualität eines Knochen-Scaffolds.<sup>41</sup> Zu den Parametern zählen unter anderem Dreidimensionalität, Materialoberfläche, Porengröße, Kanalausrichtung und Trabekelorientierung.<sup>42</sup>

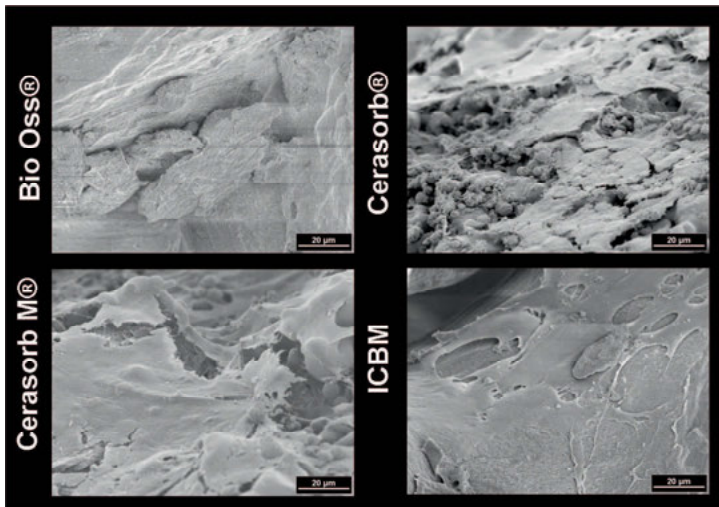


Abb. 3: Rasterelektronenmikroskopie von Biomaterialien mit ESC. Hydroxylapatit ist kaum mit Zellen besiedelt. Auf  $\beta$ -Trikalziumphosphat,  $\beta$ -Trikalziumphosphat (multiporös) und ICBM (Kollagen-Knochenmatrix) ist eine Zellschicht sichtbar. Die Zellen liegen nah aneinander und zeigen die morphologischen Charakteristika, die nicht denen von undifferenzierten Zellen entsprechen, sondern eher von mesenchymalen Zellen.

Die physikochemischen Eigenschaften der Trägermaterialien beeinflussen direkt die Zytokompatibilität (Zellattachment und Zellproliferation). Da die Zellproliferation ein direktes Maß der Zytokompatibilität darstellt, wurde die Proliferationsrate mittels CyQUANT®-Assay und Elektronenmikroskopie von ESC auf verschiedenen Trägermaterialien untersucht. Die Proliferation war am stärksten auf bovinem ICBM (*insoluble collagenous bone matrix*), gefolgt von  $\beta$ -Tricalciumphosphat multiporös (Cerasorb M®),  $\beta$ -Tricalciumphosphat kleinporig (Cerasorb®), Copolymer aus Polylactat und Polyglycolsäure (PLA/PGA) sowie anorganischem bovinem Knochen (Bio Oss®) (Abb. 3).<sup>43</sup> Die physikochemischen Eigenschaften sind auch von entscheidender Bedeutung bei der Kompatibilität der Zellen mit einem Trägermaterial. ICBM besteht überwiegend aus Kollagen I, so dass die Ergebnisse im Einklang stehen mit verschiedenen Studien, die nachwiesen, dass das

<sup>40</sup> Vgl. Griffith (2002).

<sup>41</sup> Vgl. Langer und Vacanti (1993).

<sup>42</sup> Vgl. Meyer *et al.* (2005).

<sup>43</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2008b).

Zellattachment von Osteoblasten von der Proteinbedeckung der Biomaterialoberfläche abhängt.<sup>44</sup>

Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass das verwendete Trägermaterial Einfluss auf die Genexpression inkubierter Zellen, beispielsweise der ESC, hat.<sup>45</sup> Ein Vergleich von mit und ohne Biomaterial kultivierten ESC zeigt, dass die auf ICBM kultivierten Zellen den hämatopoetischen Stammzellmarker CD34 und Alkalische Phosphatase signifikant vermindert exprimieren. Auf  $\beta$ -TCP kultivierte Zellen zeigten eine signifikante Abnahme der CD34- und Osteopontinexpression. Es ist allerdings noch unklar, wie diese Veränderung des Genexpressionsmusters den Differenzierungsprozess der multipotenten Zellen beeinflusst.

Die Mikromassentechnologie ist ein Ansatz, um den prozentualen Anteil von artifiziellem Scaffold an knöchernen, *in vitro* gezüchteten Hybridgeweben zu minimieren. Dabei werden Zellen nach der Proliferation in einer 2-D-Monolayerkultur abgelöst und in spezielle, nicht adhäsive Kulturkammern überführt. Dort bilden sich innerhalb von drei Tagen sphärische Formationen (Abb. 4).<sup>46</sup> Es ist bekannt, dass die Verbindung zur ECM, zum Beispiel über Integrine, viele zelluläre Funktionen wie Proliferation, Zelldifferenzierung, Zellmigration oder Apoptose beeinflussen kann.<sup>47</sup> Bei der 3-D-Kulturform im Rahmen der Mikromassenkulturen sezernieren die Zellen die ECM selbst und können in dem gebildeten Konstrukt frei interagieren, weshalb in den Mikromassenkulturen höhere Proliferationsraten als in den Monolayerkulturen nachgewiesen werden konnten. Darüber hinaus zeigen Mikromassenkulturen mit osteoblastenähnlichen Zellen eine schnellere und ausgeprägtere osteoblastäre Differenzierung als 2-D-Kulturen.<sup>48</sup> Dass eine chondrogene Differenzierung in einer Mikromassenkultur möglich ist, ist bekannt.<sup>49</sup> Erst kürzlich konnte jedoch nachgewiesen werden, dass Mikromassenkulturen auch mit ESC möglich sind, wobei knorpelähnliche Differenzierungen entstehen können.<sup>50</sup> Zwischenzeitlich konnte auch gezeigt werden, dass eine osteogene Differenzierung von ESC in Mikromassen möglich ist.<sup>51</sup> Weiterführende Arbeiten demonstrierten, dass auch eine osteogene Differenzierung von USSC in dreidimensionalen Mikromassenkulturen realisierbar ist (Abb. 4b).

Ein für den klinischen Einsatz relevantes Problem ist die ortständige Transplantation von Zellen in einen Organismus. Zellsuspensionen oder Zellgele zeigen aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften die Tendenz, sich im Gewebe zu verteilen, und weisen nur eine geringe Ortständigkeit am Transplantationsort auf. Ein Vorteil der Mikromassenkultur ist ihre Größe (circa 1-mm-Sphären) und die mechanische Stabilität, so dass eine Zelltransplantation mit Hilfe dieser Sphären eine deutlich höhere Ortstabilität erwarten lässt. Es konnte gezeigt werden, dass ein Auswachsen von osteogen differenzierten Zellen aus den Mikromassen erfolgt (Abb. 4a), und somit wahrscheinlich eine Knochenbildung von der Mikromasse ausgehend stattfinden kann. Der Transfer von osteogen differenzierten

---

<sup>44</sup> Vgl. Dennis *et al.* (1992), Meyer *et al.* (1998) sowie Petrovic *et al.* (2006).

<sup>45</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2008b).

<sup>46</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2007) sowie Meyer und Wiesmann (2005).

<sup>47</sup> Vgl. Boudreau und Jones (1999).

<sup>48</sup> Vgl. Gerber und Ap Gwynn (2001) sowie Gerber und Ap Gwynn (2002).

<sup>49</sup> Vgl. Naujoks *et al.* (2008).

<sup>50</sup> Vgl. Tanaka *et al.* (2004).

<sup>51</sup> Vgl. Handschel *et al.* (2008a).



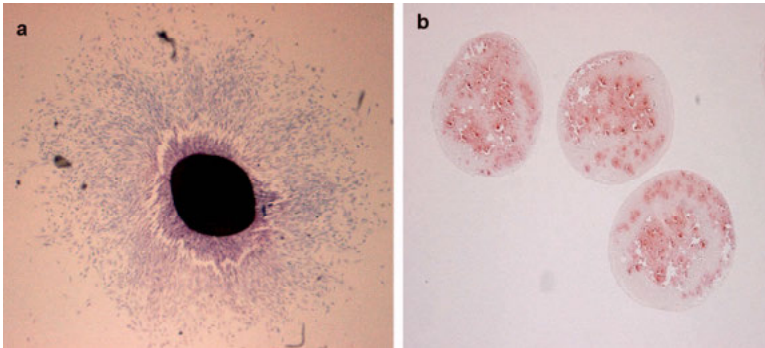


Abb. 4: (a) Histologisches Bild einer USSC-Mikromasse nach osteogener Differenzierung mit DAG. Die Zellen wachsen von der Mikromasse in die Peripherie aus; (b) Alizarinrot-Färbung von drei osteogen differenzierten USSC-Mikromassen

USSC in hoher Konzentration mittels Mikromassen stellt somit einen möglichen Ansatz für den Zelltransfer von der Kulturschale in den Empfänger dar.

Im weiteren Sinne stellen auch dentale Implantate, die zur Rehabilitation des Kauapparates verwendet werden, ein mögliches Trägergerüst für Zellen und Wachstumsfaktoren dar. Die Oberflächenbeschaffenheit von Zahnimplantaten hat einen direkten Einfluss auf deren Osseointegration. In einer Vergleichsstudie von Titanimplantaten und Zirkonoxidimplantaten konnte immunhistochemisch und elektronenmikroskopisch demonstriert werden, dass der neuartige Werkstoff Zirkonoxid eine annähernd gleich gute Osseointegration wie konventionelle Titanimplantate zeigt.<sup>52</sup> *In vitro* war die Zellproliferation auf den Zirkonoxidoberflächen signifikant höher, während die Zelladhäsion und das Zellattachement auf den Titanoberflächen signifikant größer waren.<sup>53</sup> Zirkonoxid scheint unter anderem auch aufgrund dieser *In-vivo*-Untersuchungen ein geeignetes Material für dentale Implantate zu sein.

## Wachstumsfaktoren

Neben den Zellen und der Matrix sind spezifische Wachstumsfaktoren die dritte wichtige Säule des Tissue-Engineerings. Man unterscheidet die biophysikalische Stimulation des Knochenwachstums von der biochemischen Stimulation.

Knochen ist ein lebendiges Gewebe, das ständigen Umbauvorgängen unterliegt und sich somit ständig an die wechselnden Beanspruchungen anpasst. Es ist bekannt, dass eine verminderte Belastung des Knochens zur Atrophie führt. Diese biophysikalische Beeinflussbarkeit des Knochens kann man sich im Tissue-Engineering zunutze machen.<sup>54</sup> Externe mechanische Kräfte haben direkten Einfluss auf die osteoblastäre Proliferation, die Zellorientierung und die Genaktivität. Brown *et al.* konnten nachweisen, dass eine zyklische Zugbeanspruchung zu einer Veränderung der Zellorientierung und der Genaktivität

<sup>52</sup> Vgl. Depprich *et al.* (2008a) sowie Depprich *et al.* (2008b).

<sup>53</sup> Vgl. Depprich *et al.* (2008c).

<sup>54</sup> Vgl. Wiesmann *et al.* (2004).

führt.<sup>55</sup> Osteoblasten reagieren sehr sensibel auf mechanische Deformationen. Im Falle der Kraftübertragung vom Scaffold auf den Osteoblasten führt dies zu einer erhöhten Osteoblastenproliferationsrate<sup>56</sup> und zur einer Veränderung der Expression knochenspezifischer Proteine wie Alkalische Phosphatase, Osteopontin und Osteocalcin.<sup>57</sup> Der Mechanismus dieser Veränderungen ist noch nicht vollständig geklärt.<sup>58</sup>

Neben der mechanischen Stimulation besteht die Möglichkeit der Stimulation mit piezoelektrischen Potenzialen, die Osteoblasten über elektrische Felder beeinflussen.<sup>59</sup> Eine elektrische Langzeitstimulation von Osteoblasten führt zu einer Veränderung des Genexpressionsmusters und zu einer erhöhten Synthese extrazellulärer Matrix.<sup>60</sup>

Eine weitere Möglichkeit, die osteogene Differenzierung einzuleiten oder zu fördern, ist die biochemische Stimulation durch Zytokine und bioaktive Proteine.<sup>61</sup> Während der Knochenbildung werden viele verschieden biologisch aktive Moleküle exprimiert, wovon einige das Potenzial zur Förderung der Knochenregeneration besitzen.<sup>62</sup> Zu diesen Faktoren zählen unter anderem *transforming growth factor- $\beta$*  (TGF- $\beta$ ), *bone morphogenetic proteins* (BMP), *fibroblast growth factor* (FGF), *platelet-derived growth factor* (PDGF) und *insulin-like growth factor* (IGF). Im Jahre 1988 gelang es, die Aminosäuresequenzen und nachfolgend auch die kodierenden Gene mehrerer osteoinduktiver Proteine zu entschlüsseln.<sup>63</sup> Aufgrund von Homologien wurden die BMPs der TGF- $\beta$ -Superfamilie zugeordnet. Die Proteine dieser Familie sind an der Regulation einer Reihe von zellulären Aktivitäten wie Wachstum, Differenzierung und Synthese extrazellulärer Matrix beteiligt. Zwischenzeitlich wurden 13 BMP-Isoformen identifiziert,<sup>64</sup> wobei nach derzeitigem Wissensstand die BMP-2, -4 und -7 durch die Differenzierung von mesenchymalen Zellen zu Osteoblasten eine wichtige Rolle bei der Knochenheilung beziehungsweise -bildung übernehmen.<sup>65</sup> Durch die genetische Modifikation dieser Wachstumsfaktoren versucht man, die Faktoren dahingehend zu modifizieren, dass sie eine optimale Förderung der Knochenbildung bedingen. Beispielsweise kann das Bindungsverhalten der BMP an Komponenten der ECM gezielt beeinflusst werden.<sup>66</sup> Es konnte gezeigt werden, dass Steigerung der Heparinbindungsfähigkeit von BMP-2 zu einer gesteigerten osteoinduktiven Wirkung führt. So zeigten im Tierversuch BMP-Varianten mit einer erhöhten Heparinbindungsfähigkeit (durch Einfügung zusätzlicher Triplets basischer Reste am N-terminalen Ende) eine deutlich bessere Knochenbildung als das natürliche BMP-2. Die gesteigerte Osteoinduktivität der modifizierten BMP wurde durch die verstärkte Bindung an die ECM und damit re-

---

<sup>55</sup> Vgl. Brown *et al.* (1998).

<sup>56</sup> Vgl. Buckley *et al.* (1988), Meyer *et al.* (1999c) sowie Neidlinger-Wilke *et al.* (1994).

<sup>57</sup> Vgl. Meyer *et al.* (1999c), Harter *et al.* (1995) sowie Hillsley und Frangos (1994).

<sup>58</sup> Vgl. Jones *et al.* (1995).

<sup>59</sup> Vgl. Hartig *et al.* (2000).

<sup>60</sup> Vgl. Wiesmann *et al.* (2001).

<sup>61</sup> Vgl. Schliephake (2002).

<sup>62</sup> Vgl. Schliephake (2002) sowie Terheyden *et al.* (2001).

<sup>63</sup> Vgl. Wozney *et al.* (1988).

<sup>64</sup> Vgl. Schmitt *et al.* (1999).

<sup>65</sup> Vgl. Lieberman *et al.* (1998) sowie Schmitt *et al.* (1999).

<sup>66</sup> Vgl. Kübler *et al.* (2000).

duzierte Abdiffusion der Moleküle erklärt.<sup>67</sup> Ein ähnlicher Effekt wurde auch für andere Wachstumsfaktoren wie FGF-2 nachgewiesen.<sup>68</sup>

Das Tissue-Engineering stellt einen alternativen Therapieansatz zur Versorgung knöcherner Defekte dar. Neben der Auswahl geeigneter Ausgangsgewebe beziehungsweise Zelllinien ist die Entwicklung geeigneter Trägermaterialien, die biokompatibel und biologisch abbaubar sind und gleichzeitig die biophysikalischen und biochemischen Anforderungen erfüllen, von entscheidender Bedeutung. Wachstumsfaktoren können sowohl die Zelldifferenzierung als auch die Zellproliferation stark beeinflussen. Als Kultivierungsverfahren stellt die Mikromassentechnologie einen Erfolg versprechenden Ansatz zur künstlichen Knochengewinnung dar. Auch wenn noch längst nicht alle Probleme und Fragen gelöst sind, eröffnet die *In-vitro*-Züchtung von Knochengewebe vielversprechende Perspektiven für den Knochenersatz in der Zukunft.

## Literatur

- AARON, R. K., B. D. BOYAN, D. M. CIOMBOR, Z. SCHWARTZ und B. J. SIMON (2004). „Stimulation of growth factor synthesis by electric and electromagnetic fields“, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 419, 30–37.
- AUBIN, J. E. und F. LIU (1996). „The osteoblast lineage“, in: J. BILEZIKIAN, L. RAISZ und G. RODAN (Hrsg.). *Principles of Bone Biology*. San Diego, 51–67.
- BENITO, A. I., M. A. DIAZ, M. GONZALES-VINCENT, J. SEVILLA und L. MADERO (2004). „Hematopoietic stem cell transplantation using umbilical cord blood progenitors: review of current clinical results“, *Bone Marrow Transplantation* 33, 675–690.
- BIELBY, R. C., A. R. BOCCACCINI, J. M. POLAK und L. D. BUTTERY (2004). „In vitro differentiation and in vivo mineralization of osteogenic cells derived from human embryonic stem cells“, *Tissue Engineering* 10(9–10), 1518–1525.
- BINDERMAN, I. und N. FIN (1990). „Bone substitutesorganic, inorganic, and polymeric: Cell material interactions“, in: T. YAMAMURO, L. HENCH und J. WILSON (Hrsg.). *CRC Handbook of Bioactive Ceramics*. Boca Raton, 45–51.
- BOUDREAU, N. J. und P. L. JONES (1999). „Extracellular matrix and integrin signalling: the shape of things to come“, *The Biochemical Journal* 339, 481–488.
- BROWN, R. A., R. PRAJAPATI, D. A. MCGROUTHER, I. V. YANNAS und M. EASTWOOD (1998). „Tensional homeostasis in dermal fibroblasts: mechanical response to mechanical loading in three-dimensional substrates“, *Journal of Cellular Physiology* 175, 323–332.
- BUCKLEY, M. J., A. J. BANES, L. G. LEVIN, B. E. SUMPPIO, M. SATO, R. JORDAN, J. GILBERT, G. W. LINK und R. TRAN SON TAY (1988). „Osteoblasts increase their rate of division and align in response to cyclic, mechanical tension in vitro“, *Bone and Mineral* 4, 225–236.
- BURT, R. K., L. VERDA, D. A. KIM, Y. OYAMA, K. LUO, C. LINK (2004). „Embryonic stem cells as an alternate marrow donor source: engraftment without graft-versus-host disease“, *The Journal of Experimental Medicine* 199(7), 895–904.
- CAPLAN, A. L. (1991). „Mesenchymal stem cells“, *Journal of Orthopaedic Research* 9, 641–650.
- CHAUDHRY, G. R., D. YAO, A. SMITH und A. HUSSAIN (2004). „Osteogenic Cells Derived From Embryonic Stem Cells Produced Bone Nodules in Three-Dimensional Scaffolds“, *Journal of Biomedicine Biotechnology* 4, 203–210.

<sup>67</sup> Vgl. Depprich *et al.* (2005).

<sup>68</sup> Vgl. Richard *et al.* (1995).

- COGLE, C. R., S. M. GUTHRIE, R. C. SANDERS, W. L. ALLEN, E. W. SCOTT und B. E. PETERSEN (2003). „An overview of stem cell research and regulatory issues“, *Mayo Clinic Proceedings* 78(8), 993–1003.
- COVAS, D. T., C. E. PICCINATO und M. D. ORELLANA (2005). „Mesenchymal stem cells can be obtained from the human saphena vein“, *Experimental Cell Research* 309, 340–344.
- D’IPPOLITO, G., P. C. SCHILLER, C. RICORDI, B. A. ROOS und G. A. HOWARD (1999). „Age-related osteogenic potential of mesenchymal stromal stem cells from human vertebral bone marrow“, *Journal of Bone and Mineral Research* 14(7), 1115–1122.
- DENNIS, J. E., S. E. HAYNESWORTH, R. G. YOUNG und A. I. CAPLAN (1992). „Osteogenesis in marrow-derived mesenchymal cell porous ceramic composites transplanted subcutaneously: effect of fibronectin and laminin on cell retention and rate of osteogenic expression“, *Cell Transplantation* 1(1), 23–32.
- DEPRICH, R., J. HANDSCHEL, W. SEBALD, N. R. KÜBLER, K. K. WURZLER (2005). „Comparison of the osteogenic activity of bone morphogenetic protein (BMP) mutants“, *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 9, 363–368.
- DEPRICH, R., H. ZIPPRICH, M. OMMERBORN, C. NAUJOKS, H. P. WIESMANN, S. KIATTA-VORNCHAROEN, H. C. LAUER, U. MEYER, N. KÜBLER und J. HANDSCHEL (2008a). „Osseointegration of zirconia implants compared with titanium: an in vivo study“, *Head and Face Medicine* 4, 30.
- DEPRICH, R., H. ZIPPRICH, M. OMMERBORN, E. MAHN, L. LAMMERS, J. HANDSCHEL, C. NAUJOKS, H. P. WIESMANN, N. KÜBLER und U. MEYER (2008b). „Osseointegration of zirconia implants: an SEM observation of the bone-implant interface“, *Head and Face Medicine* 4, 25.
- DEPRICH, R., M. OMMERBORN, H. ZIPPRICH, C. NAUJOKS, J. HANDSCHEL, H. P. WIESMANN, N. KÜBLER und U. MEYER (2008c). „Behavior of osteoblastic cells cultured on titanium and structured zirconia surfaces“, *Head and Face Medicine* 4, 29.
- GERBER, I. und I. AP GWYNN (2001). „Influence of cell isolation, cell culture density, and cell nutrition on differentiation of rat calvarial osteoblast-like cells in vitro“, *European Cells and Materials* 2, 10–20.
- GERBER, I. und I. AP GWYNN (2002). „Differentiation of rat osteoblast-like cells in monolayer and micromass cultures“, *European Cells and Materials* 3, 19–30.
- GILBERT, D. M. (2004). „The future of human embryonic stem cell research: addressing ethical conflict with responsible scientific research“, *Medical Science Monitor* 10(5), 99–103.
- GRIFFITH, L. G. (2002). „Emerging design principles in biomaterials and scaffolds for tissue engineering“, *Annals of New York Academy of Science* 961, 83–95.
- HANDSCHEL, J., H. P. WIESMANN, U. STRATMANN, J. KLEINHEINZ, U. MEYER und U. JOOS (2002). „TCP is hardly resorbed and not osteoconductive in a non-loading calvarial model“, *Biomaterials* 23(7), 1689–1695.
- HANDSCHEL, J., R. DEPRICH, H. P. WIESMANN, N. R. KÜBLER und U. MEYER (2006). „Cell based bone reconstruction therapies – cell sources“, *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 21(6), 890–898.
- HANDSCHEL, J., R. DEPRICH, N. R. KÜBLER, H. P. WIESMANN, M. OMMERBORN und U. MEYER (2007). „Prospects of micromass culture technology in tissue engineering“, *Head and Face Medicine* 3, 4.
- HANDSCHEL, J., K. BERR, R. A. DEPRICH, N. R. KÜBLER, C. NAUJOKS, H. P. WIESMANN, M. A. OMMERBORN und U. MEYER (2008a). „Induction of osteogenic markers in differentially treated cultures of embryonic stem cells“, *Head and Face Medicine* 4, 10.

- HANDSCHEL, J., K. BERR, R. DEPPRICH, C. NAUJOKS, M. OMMEBORN, L. LAMMERS, N. R. KÜBLER und U. MEYER (2008b). „Compatibility of embryonic stem cells with biomaterials“, *Journal of Biomaterials Applications* [Epub ahead of print]. 23(6), 549-560 (2009)
- HARLAND, D. M., C. L. KARP, P. MATZINGER, D. H. MUNN, R. M. RANSOHOFF und D. W. METZGER (2002). „Immunological concerns with bioengineered approaches“, *Annals of New York Academy of Sciences* 961, 323–330.
- HARTER, L. V., K. A. HRUSKA und R. L. DUNCAN (1995). „Human osteoblast-like cells respond to mechanical strain with increased bone matrix production independent of hormonal regulation“, *Endocrinology* 136, 528–535.
- HARTIG, M., U. JOOS und H. P. WIESMANN (2000). „Capacitively coupled electric fields accelerate proliferation of osteoblast-like primary cells and increase bone extracellular matrix formation in vitro“, *European Biophysics Journal* 29, 499–506.
- HENG, B. C., T. CAO, L. W. STANTON, P. ROBSON und B. OLSEN (2004). „Strategies for directing the differentiation of stem cells into the osteogenic lineage in vitro“, *Journal of Bone and Mineral Research* 19(9), 1379–1394.
- HILLSLEY, M. V. und J. A. FRANGOS (1994). „Bone tissue engineering: the role of interstitial fluid flow“, *Biotechnology and Bioengineering* 43, 573–581.
- IN’T ANKER, P. S., S. A. SCHERJON, C. KLEIJBURG-VAN DER KEUR, G. M. DE GROOT-SWINGS, F. H. CLASS, W. E. FIBBE und H. H. KANHAI (2004). „Isolation of mesenchymal stem cells of fetal or maternal origin from human placenta“, *Stem Cells* 22, 1338–1345.
- JONES, D., G. LEIVSETH und J. TENBOSCH (1995). „Mechano-reception in osteoblast-like cells“, *Biochemistry and Cell Biology* 73, 525–534.
- KÖGLER, G., S. SENSKEN, J. A. AIREY, T. TRAPP, M. MUSCHEN, N. FELDHAHN, S. LIEDTKE, R. V. SORG, J. FISCHER, C. ROSENBAUM, S. GRESCHAT, A. KNIPPER, J. BENDER, O. DEGISTIRICIO, J. GAO, A. I. CAPLAN, E. J. COLLETTI, G. ALMEIDA-PORADA, H. W. MÜLLER, E. ZANJANI und P. WERNET (2004). „A new human somatic stem cell from placental cord blood with intrinsic pluripotent differentiation potential“, *The Journal of Experimental Medicine* 200(2), 123–135.
- KÜBLER, N. R., J. F. REUTHER, G. FALLER, T. KIRCHNER, R. RUPPERT und W. SEBALD (1998). „Inductive properties of recombinant human BMP-2 produced in a bacterial expression system“, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 27(4), 305–309.
- KÜBLER, N. R., K. WÜRZLER, J. F. REUTHER, E. SIEBER, T. KIRCHNER und W. SEBALD (2000). „Effect of different factors on the bone forming properties of recombinant BMPs“, *Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* 4, 465–469.
- LANGER, R. und J. P. VACANTI (1993). „Tissue engineering“, *Science* 260(5110), 920–926.
- LIEBERMAN, J. R., L. Q. LE, L. WU, G. A. FINERMAN, A. BERK, O. N. WITTE und R. STEVENSON (1998). „Regional gene therapy with a BMP-2-producing murine stromal cell line induces heterotopic and orthotopic bone formation in rodents“, *Journal of Orthopaedic Research* 16, 330–339.
- LÖFFLER, G. (2000). *Basiswissen Biochemie*. Berlin u. a.
- MARTIN, G. R. (1981). „Isolation of a pluripotent cell line from early mouse embryos cultured in medium conditioned by teratocarcinoma stem cells“, *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 78(12), 7634–7638.
- MCCULLOCH, C. A., M. STRUGURESCU, F. HUGHES, A. H. MELCHER und J. E. AUBIN (1991). „Osteogenic progenitor cells in rat bone marrow stromal populations exhibit self-renewal in culture“, *Blood* 77(9), 1906–1911.
- MCKEE, M. D. und A. NANJI (1996). „Osteopontin: an interfacial extracellular matrix protein in mineralized tissues“, *Connective Tissue Research* 35(1–4), 197–205.

- MEHTA, R. P. und D. G. DESCHLER (2004). „Mandibular reconstruction in 2004: an analysis of different techniques“, *Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery* 12(4), 288–293.
- MEYER, U., T. MEYER und D. B. JONES (1998). „Attachment kinetics, proliferation rates and vinculin assembly of bovine osteoblasts cultured on different pre-coated artificial substrates“, *Journal of Materials Science. Materials in Medicine* 9(6), 301–307.
- MEYER, U., T. MEYER, H. P. WIESMANN, U. STRATMANN, B. KRUSE-LOSLER, H. MAAS und U. JOOS (1999a). „The effect of magnitude and frequency of interfragmentary strain on the tissue response to distraction osteogenesis“, *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 57(11), 1331–1339; Diskussion 1340–1341.
- MEYER, U., H. P. WIESMANN, B. KRUSE-LOSLER, J. HANDSCHEL, U. STRATMANN und U. JOOS (1999b). „Strain-related bone remodeling in distraction osteogenesis of the mandible“, *Plastic and Reconstructive Surgery* 103(3), 800–807.
- MEYER, U., T. MEYER, J. VOSSHANS und U. JOOS (1999c). „Decreased expression of osteocalcin and osteonectin in relation to high strains and decreased mineralization in mandibular distraction osteogenesis“, *Journal of Cranio-maxillo-facial Surgery* 27, 222–227.
- MEYER, U. und H. P. WIESMANN (2005a). *Bone and cartilage tissue engineering*. Heidelberg u. a.
- MEYER, U., A. BUCHTER, H. P. WIESMANN, U. JOOS und D. B. JONES (2005b). „Current strategies for articular cartilage repair“, *European Cells and Materials* 9, 39–49.
- MOOSMANN, S., J. HUTTER, C. MOSER, F. KROMBACH und R. HUSS (2005). „Milieu-adopted in vitro and in vivo differentiation of mesenchymal tissues derived from different adult human CD34-negative progenitor cell clones“, *Cells, Tissues, Organs* 179, 91–101.
- NAUJOKS, C., U. MEYER, H. P. WIESMANN, J. JASCHE-MEYER, A. HOHOFF, R. DEPRICH und J. HANDSCHEL (2008). „Principles of cartilage tissue engineering in TMJ reconstruction“, *Head and Face Medicine* 4, 3.
- NG, A. M., A. B. SAIM, K. K. TAN, G. H. TAN, S. A. MOKHTAR, I. M. ROSE, F. OTHMAN, R. B. IDRUS (2005). „Comparison of bioengineered human bone construct from four sources of osteogenic cells“, *Journal of Orthopaedic Science* 10(2), 192–199.
- NEIDLINGER-WILKE, C., H. J. WILKE und L. CLASES (1994). „Cycling stretching of human osteoblasts affects proliferation and metabolism: a new experimental method and its application“, *Journal of Orthopaedic Research* 12, 70–78.
- NIWA, H., J. MIYAZAKI und A. G. SMITH (2000). „Quantitative expression of Oct-3/4 defines differentiation, dedifferentiation or self-renewal of ES cells“, *Nature Genetics* 24(4), 372–376.
- NKENKE, E., S. SCHULTZE-MOSGAU, M. RADESPIEL-TROGER, F. KLOSS und F. W. NEUKAM (2001). „Morbidity of harvesting of chin grafts: a prospective study“, *Clinical Oral Implants Research* 12(5), 495–502.
- NKENKE, E., V. WEISBACH, E. WINCKLER, P. KESSLER, S. SCHULTZE-MOSGAU, J. WILTFANG und F. W. NEUKAM (2004). „Morbidity of harvesting of bone grafts from the iliac crest for preprosthetic augmentation procedures: a prospective study“, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 33(2), 157–163.
- PETROVIC, L., A. K. SCHLEGEL, S. SCHULTZE-MOSGAU und J. WILTFANG (2006). „Different substitute biomaterials as potential scaffolds in tissue engineering“, *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 21(2), 225–231.
- PITTENGER, M. F., A. M. MACKAY, S. C. BECK, R. K. JAISWAL, R. DOUGLAS, J. D. MOSCA, M. A. MOORMAN, D. W. SIMONETTI, S. CRAIG und D. R. MARSHAK (1999). „Multilineage potential of adult human mesenchymal stem cells“, *Science* 284, 143–147.
- POCHON, J. P. und J. KLOTI (1991). „Cranioplasty for acquired skull defects in children – a comparison between autologous material and methylmethacrylate 1974–1990“, *European Journal of Pediatric Surgery* 1(4), 199–201.

- PRETORIUS, J. A., B. MELSEN, J. C. NEL und P. J. GERMISHUYS (2005). „A histomorphometric evaluation of factors influencing the healing of bony defects surrounding implants“, *The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* 20(3), 387–398.
- QUARTO, R., D. THOMAS und C. T. LIANG (1995). „Bone progenitor cell deficits and the age-associated decline in bone repair capacity“ *Calcified Tissue International* 56(2), 123–129.
- RICHARD, C., J. P. LIUZZO und D. MOSCATELLI (1995). „Fibroblast growth factor-2 (FGF-2) can mediate cell attachment by linking receptors and heparan sulfate proteoglycans on neighbouring cells“, *The Journal of biological chemistry* 270, 24188–24196.
- RODAN, G. A. (1992). „Introduction to bone biology“, *Bone* 13, Supplement 1, 3–6.
- SAKAGUCHI, Y., I. SEKIYA, K. YAGISHITA, S. ICHINOSE, K. SHINOMIYA und T. MUNETA (2004). „Suspended cells from trabecular bone by collagenase digestion become virtually identical to mesenchymal stem cells obtained from marrow aspirates“, *Blood* 104, 2728–2735.
- SASSO, R. C., J. C. LE HUEC und C. SHAFFREY (2005). „Iliac crest bone graft donor site pain after anterior lumbar interbody fusion: a prospective patient satisfaction outcome assessment“, *Journal of Spinal Disorders and Techniques* 18 Supplement, 77–81.
- SCHLIEPHAKE, H. (2002). „Bone growth factors in maxillofacial skeletal reconstruction“, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 31, 469–484.
- SCHMITT, J. M., K. HWANG, S. R. WINN und J. O. HOLLINGER (1999). „Bone morphogenetic proteins: an update on basic biology and clinical relevance“, *Journal of Orthopaedic Research* 17, 269–278.
- SEO, B. M., M. MIURA, S. GRONTHOS, P. M. BARTOLD, S. BATOULI, J. BRAHIM, M. YOUNG, P. G. ROBEY, C. Y. WANG und S. SHI (2004). „Investigation of multipotent postnatal stem cells from human peridontal ligament“, *Lancet* 364, 149–155.
- SMOLKA, W. und T. ILZUKA (2005). „Surgical reconstruction of maxilla and midface: clinical outcome and factors relating to postoperative complications“, *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 33(1), 1–7.
- TANAKA, H., C. L. MURPHY, C. MURPHY, M. KIMURA, S. KAWAI und J. M. POLAK (2004). „Chondrogenic differentiation of murine embryonic stem cells: effects of culture conditions and dexamethasone“, *Journal of Cellular Biochemistry* 93(3), 454–462.
- TERHEYDEN, H., C. KNAK, S. JEPSEN, S. PALMIE und D. R. RUEGER (2001). „Mandibular reconstruction with a prefabricated vascularized bone graft using recombinant human osteogenic protein-1: an experimental study in miniature pigs. Part I: Prefabrication“, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 30(5), 373–379.
- TERMINE, J. und P. ROBEY (1996). „Bone matrix proteins and the mineralization process. In: Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism“, in: M. J. FAVUS (Hrsg.). *Primer on the metabolic bone disease and disorders of mineral metabolism*. Philadelphia, 24–28.
- THOMSON, J. A., J. ITSKOVITZ-ELDOR, S. S. SHAPIRO, M. A. WAKNITZ, J. J. SWIERGIEL, V. S. MARSHALL und J. M. JONES (1998). „Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts“, *Science* 282(5391), 1145–1147.
- TROUNSON, A. (2002). „Human embryonic stem cells: mother of all cell and tissue types“, *Reproductive Biomedicine Online* 4, Supplement 1, 58–63.
- VACANTI, C. A., W. KIM, J. UPTON, M. P. VACANTI, D. MOONEY, B. SCHLOO und J. P. VACANTI (1993). „Tissue-engineered growth of bone and cartilage“, *Transplantation Proceedings* 25, 1019–1021.
- WIESMANN, H. P., M. HARTIG, U. STRATMANN, U. MEYER und U. JOOS (2001). „Electrical stimulation influences mineral formation of osteoblast-like cells in vitro“, *Biochimica et Biophysica Acta* 1538, 28–37.

- WIESMANN, H. P., U. JOOS und U. MEYER (2004). „Biological and biophysical principles in extracorporal bone tissue engineering. Part II“, *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 33(6), 523–530.
- WOZNEY, J. M., V. ROSEN, A. J. CELESTE, L. M. MITSOCK, M. J. WHITTERS, R. W. KRIZ, R. M. HEWICK und E. A. WANG (1988). „Novel regulators of bone formation: molecular clones and activities“, *Science* 242, 1528–1534.
- WULF, G. G., V. VIREECK, B. HEMMERLEIN, D. HAASE, K. VEHMEYER, T. PUKROP, B. GLASS, G. EMONS und L. TRUMPER (2004). „Mesengenic progenitor cells derived from human placenta“, *Tissue Engineering* 10, 1136–1147.
- ZAVAZAVA, N. (2003). „Embryonic stem cells and potency to induce transplantation tolerance“, *Expert Opinion on Biological Therapy* 3(1), 5–13.
- ZERNIK, J., K. TWAROG und W. B. UPHOLT (1990). „Regulation of alkaline phosphatase and alpha 2(I) procollagen synthesis during early intramembranous bone formation in the rat mandible“, *Differentiation* 44(3), 207–215.
- ZHANG, S. C., M. WERNIG, I. D. DUNCAN, O. BRUSTLE und J. A. THOMPSON (2001). „In vitro differentiation of transplantable neural precursors from human embryonic stem cells“, *Nature Biotechnology* 19(12), 1129–1133.
- ZUR NIEDEN, N. I., G. KEMPKA, D. E. RANCOURT, H. J. AHR (2005). „Induction of chondro-, osteo- and adipogenesis in embryonic stem cells by bone morphogenetic protein-2: effect of cofactors on differentiating lineages“, *BMC Developmental Biology* 5(1), 1.



**ULLA STUMPF und JOACHIM WINDOLF**

## **Alterstraumatologie: Herausforderung und Bestandteil der Zukunft in der Unfallchirurgie**

Die Altersstruktur unserer Gesellschaft wird sich in den nächsten Jahrzehnten deutlich verändern. Nach den aktuellen Bevölkerungsvorausberechnungen des Statistischen Bundesamtes wird im Jahr 2050 die Hälfte der in Deutschland lebenden Menschen älter als 48 Jahre und ein Drittel 60 Jahre oder älter sein. Das zahlenmäßige Verhältnis zwischen älteren und jüngeren Menschen wird sich in den kommenden Jahrzehnten erheblich im Sinne eines Ungleichgewichtes zugunsten der älteren Generation verschieben. Diese Alterung der Gesellschaft wird aber nicht erst in 50 Jahren ein medizinisches Problem werden, sondern stellt bereits im aktuellen unfallchirurgischen Klinikalltag eine Herausforderung dar. Die zukünftige operative Versorgung im Bereich der Traumatologie wird daher insbesondere durch Verletzungen der älteren und zunehmend auch hochbetagten Patienten geprägt werden. Das höhere Lebensalter von 80, 90 oder 100 Jahren stellt sich im Gesamtkollektiv des unfallchirurgischen Patientengutes als immer größer werdender Anteil dar. Das zunehmende Alter verzeichnet allerdings auch zunehmende Problematiken, wie sich in der folgenden Aussage eines unserer Patienten, 91-jährig, widerspiegelt: „Alle Menschen möchten 80 Jahre alt werden, 80 Jahre alt *sein* möchten dann aber die wenigsten.“ Zunehmend fallen körperliche Funktionseinbußen auch mehr ins Gewicht. Geistige sowie körperliche Mobilität werden die Garanten für eine weitestgehende Eigenständigkeit und damit Lebensqualität. Die häufigsten Verletzungsursachen stellen Unfälle im Straßenverkehr sowie häusliche Stürze dar. Aufgrund von verschlechterter Koordinationsfähigkeit, nachlassender Muskelkraft, Begleiterkrankungen, Medikationen, Visusverschlechterung und altersbedingtem Vitamin-D-Mangel steigt das Sturzrisiko des Einzelnen. Bei verminderter Knochenmineraldichte (Osteopenie bis hin zur Osteoporose) steigt das individuelle Frakturrisiko. Auf die deutsche Gesamtbevölkerung hochgerechnet, werden aktuell jährlich über 300.000 Frakturen bei Patienten im höheren Lebensalter stationär therapiert. Die demografische Entwicklung zeigt aber nicht nur eine veränderte Altersstruktur, sondern auch zunehmend ein verändertes Aktivitätsniveau der älteren Bevölkerung. So ist eine Tendenz der zum Teil über 80-jährigen Patientinnen und Patienten zu sehen, die regelmäßig sportlich aktiv sind. Wandern, Tennis, Schwimmen und leichtes Kraft- und Fitnesstraining sind hier sehr beliebt. Sportliche Aktivität kann im Extremfall auch heißen, im Alter auch noch Ski und Inliner zu fahren.

Trotz vielfältiger Behandlungsstrategien sowie Präventionsmaßnahmen steigt die Zahl der Frakturen in der Patientengruppe im höheren Lebensalter kontinuierlich an. Bei älteren Menschen kommt es zu typischen Verletzungen und Frakturentitäten.

Am häufigsten sind die hüftgelenknahen Frakturen des Femurs. Am zweithäufigsten sind Kopfverletzungen, die aufgrund der häufigen antikoagulativen Begleitmedikationen

bei alterstypischen Erkrankungen wie zum Beispiel dem Vorhofflimmern oder *Tachyarrhythmia absoluta* mit einem deutlich erhöhten Risiko und einer erhöhten Inzidenz der zerebralen Ischämie und Hirninfarktrisiko einhergehen. Im Bereich der oberen Extremität sind die distale Radiusfraktur sowie die proximale Humerusfraktur die häufigsten Frakturen.

## Femurfrakturen

Im Rahmen moderner Versorgungsstrategien von hüftgelenknahen Oberschenkelbrüchen erfolgt meist im Anschluss an die belastungsstabile Versorgung der Fraktur im Akutkrankenhaus eine stationäre interdisziplinär-geriatrische Frührehabilitation. Ob diese Versorgungssysteme einen effektiven Beitrag zur nachhaltigen Versorgungsqualität darstellen oder lediglich zu einer Kostenverschiebung mit Verkürzung der Verweildauer im operierenden Krankenhaus führen, wird kontrovers diskutiert. Dies wurde im Rahmen einer eigenen prospektiven Studie<sup>1</sup> untersucht. Hierzu wurden 282 Patienten mit einer hüftgelenknahen Fraktur und einem Lebensalter von durchschnittlich  $86 \pm 7,9$  Jahren (Range 65–110) eingeschlossen. Alle Patienten wurden operativ versorgt und anschließend nach durchschnittlich zwölf  $\pm$  neun Tagen (4–103) in eine stationäre geriatrische Rehabilitation verlegt. Die mittlere Rehabilitationsdauer dort betrug  $27 \pm 13$  Tage. Zielparameter der Studie waren die Alltagsaktivität gemessen am Barthel-Index (BI) und die Wohnsituation der Patienten zum Zeitpunkt der Entlassung aus dem Akutkrankenhaus, unmittelbar nach der Rehabilitation und ein Jahr nach dem Unfallereignis. Im Weiteren wurde der Einfluss definierter patientenbezogener Variablen auf das langfristige Aktivitätsniveau untersucht. Bei Entlassung aus dem Akutkrankenhaus lag der BI bei  $42 \pm 20$  Punkten und erhöhte sich auf  $65 \pm 26$  Punkte nach Abschluss der Rehabilitation. Ein Jahr später lag er bei  $67 \pm 28$  Punkten. Während der Rehabilitation verbesserten sich 90 Prozent aller Patienten im BI. Innerhalb eines Jahres kam es bei 40 Prozent der Patienten wieder zu einer Verschlechterung der Alltagsaktivität. 51 Prozent der Patienten konnten in ihr gewohntes Umfeld reintegriert werden. Ein Jahr nach dem Unfallereignis war der BI von Patienten, die nach der Rehabilitation in ihr häusliches Umfeld reintegriert wurden (BI  $75 \pm 24$ ) signifikant höher als bei Patienten, die bereits vor dem Unfall institutionalisiert waren (BI  $52 \pm 27$ ). Die geriatrische Frührehabilitation nach einer hüftgelenknahen Fraktur führt kurzfristig bei nahezu allen Patienten zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität. Langfristig profitieren vor allem Patienten, die vor dem Unfall zu Hause gelebt haben und auch im Anschluss an die Rehabilitation auf Dauer in ihr häusliches Umfeld reintegriert werden können. Der positive Effekt der geriatrischen Frührehabilitation ist gesundheitsökonomisch nicht messbar, aber für den einzelnen Patienten lässt sich hierdurch die Lebensqualität nach einem Trauma deutlich verbessern.

## Wirbelkörperfrakturen und Osteoporose

Eine weitere Herausforderung stellen die Wirbelsäulenfrakturen dar. Die Dunkelziffer für Wirbelkörperfrakturen ist hoch; man geht von bislang maximal einem Drittel diagnostizierter Wirbelkörperfrakturen aus. Die direkten Folgen einer Wirbelkörperfraktur sind

---

<sup>1</sup> Vgl. Loegters *et al.* (2008).

Körperhöhenminderung, zunehmende Kyphosierung (früher oft als „Witwenbuckel“ bezeichnet) der Brustwirbelsäule, Schmerzen und insgesamt aufgrund der deutlichen Fehllage und Einschränkung der Beweglichkeit auch eine Verminderung der Selbständigkeit, zunehmende Abhängigkeiten, was Pflege und Versorgung angeht, und damit verbunden eine Verschlechterung der Lebensqualität des Einzelnen. Wirbelkörperfrakturen sind assoziiert mit steigender Morbidität und Mortalität. Über die Hälfte der unbehandelten Patienten mit Wirbelsäulenfrakturen erleidet innerhalb der folgenden drei Jahre erneut Wirbelsäulenfrakturen, viele innerhalb des ersten Jahres. Neben den direkten Auswirkungen der Osteoporose in Form von Schmerzen schränkt eine osteoporosebedingte Fraktur die Mobilität der betroffenen Patienten plötzlich und erheblich ein. Dies bedeutet einen deutlichen Verlust an Lebensqualität und führt nicht selten zur Pflegebedürftigkeit bis hin zur erhöhten Mortalität dieser Patienten. Diese Patientengruppe stellt die behandelnden Traumatologen vor immer größere Herausforderungen. Das zugrunde liegende Behandlungsprinzip ist die schnellstmögliche Rückkehr des betagten Patienten in die vertraute häusliche Umgebung bei guter Mobilität. Limitierend sind dabei immer wieder die häusliche Versorgungssituation, die an einen hilfebedürftigeren Menschen nach einem Unfall nur schwer angepasst werden kann, und bestehende Begleiterkrankungen, die den intra- und postoperativen Verlauf massiv komplizieren und prolongieren können. Bislang kam erschwerend hinzu, dass die großteils verwendeten Implantate zur Osteosynthese nach Frakturen nicht für den osteoporotischen Knochen konzipiert wurden. Eine hohe Rate an Implantatversagen im Sinne der Lockerung bis hin zum Auswandern von Osteosynthese war die Folge. In unserer Klinik werden deshalb besondere Operationsverfahren und modernste Implantate eingesetzt, um diese Patienten beim schnellen Erreichen des alten Aktivitätsniveaus zu unterstützen und eine drohende Pflegebedürftigkeit zu vermeiden. Durch Einsatz der speziell für den osteoporotischen Knochen entwickelten Implantate konnte zwar eine Verbesserung der Möglichkeiten in der operativen Therapie erreicht werden, der Patient im hohen Lebensalter leidet jedoch häufig an mehreren Erkrankungen und benötigt eine interdisziplinäre Versorgung mit anschließender intensiver physiotherapeutischer Behandlung und Anleitung zur vollständigen Wiedereingliederung in einen selbständigen Alltag. Wir sehen deshalb in der Alterstraumatologie einen Behandlungs- und Forschungsschwerpunkt. Innerhalb dieses Forschungsschwerpunktes ist es unser Ziel, eine adaptierte Frakturbehandlung von Patienten mit verminderter Knochenqualität weiterzuentwickeln und ein multimodales Behandlungskonzept, das eine adäquate medikamentöse Osteoporosetherapie mit einem langfristigen Konzept des Muskelaufbaus und Koordinationstrainings sowie einer Ernährungsberatung vereinigt, umzusetzen.

Neue Implantate und Stabilisierungskonzepte werden gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) und weiteren Partnern entwickelt und getestet. Die Frakturheilung bei Osteoporose, auch unter der Beeinflussung durch Phosphatonine, hier vor allem des *fibroblast growth factor 23* (FGF 23), ist ebenfalls Gegenstand unseres klinischen Forschungsschwerpunktes.<sup>2</sup>

Bis zum Auftreten von Frakturen verläuft die Erkrankung Osteoporose weitestgehend ohne Schmerzen. Die vor allem mit Wirbelkörperfrakturen einhergehenden Schmerzen reduzieren die Lebensqualität des Patienten und können über die daraus resultierende Im-

---

<sup>2</sup> Vgl. Fassbender *et al.* (2009).



Abb. 1: Osteosynthetische Versorgungen und operative Maßnahmen in der Alterstraumatologie

mobilisierung auch den weiteren Krankheitsverlauf insgesamt beeinflussen. Im Gesamtkonzept der Osteoporosetherapie (medikamentöse und physiotherapeutische Maßnahmen, operative Versorgung) sollten die angestrebten Therapieziele eine Stabilisierung des Knochenstoffwechsels und der Frakturen, eine positive Knochenanbaurrate und Schmerzfreiheit sein. Patienten mit osteoporotisch verursachten Schmerzen befinden sich im Allgemeinen auch in einem progredienten Stadium der Erkrankung, umso wichtiger ist die Initiierung eines erfolgreichen multimodalen Behandlungskonzeptes der Osteoporose. Dieses umfasst vielfältige Aspekte: Schmerztherapie, Bewegungstherapie und Gymnastik, Sturzprophylaxe, gesundheitsorientierter Lebensstil, knochenbewusste Ernährung, Vitamin-D- und Kalzium-Substitution sowie medikamentöse Therapie (antiresorptive Therapie: Bisphosphonate, selektive Östrogen-Rezeptor-Modulatoren (SERMs) Raloxifen, Kalzitonin; osteoanabole Therapie: Parathormone, Strontiumranelat). Zu den größten Herausforderungen in der langjährigen Betreuung von Osteoporosepatientinnen und -patienten gehört die effiziente Schmerztherapie.

Kernpunkt der Schmerztherapie ist ein individuell erarbeiteter Behandlungsplan für den Patienten. In Kombination mit dem Einsatz der Schmerztherapie sollte ein adäquater Behandlungsplan der Osteoporose (nach DVO-Leitlinien<sup>3</sup>) festgelegt werden, der in der Regel über einen Zeitraum von mindestens drei bis fünf Jahren fortgeführt werden sollte.

Typisch für den osteoporotischen Rückenschmerz ist sein plötzliches, schlagartiges Einsetzen, verursacht durch Frakturen der Wirbelkörper. Abgesehen von Wirbelkörperfraktu-

<sup>3</sup> Vgl. <http://www.dv-osteologie.org/> (11.11.2009).

ren können auch sehr kleine Frakturen, so genannte Mikrofrakturen (*microfractures*), im Bereich der Grund- und Deckplatten auftreten und zu starken Schmerzen führen. Entstehungsmechanismus für Mikrofrakturen kann eine axiale mechanische Überbelastung sein. Dabei kommt es aufgrund minimaler Verletzungen des innervierten Periostes zu starken Schmerzen. Pathophysiologisch lässt sich dies so erklären, dass bei erhöhtem intraossärem Druck Flüssigkeit in den periostalen Raum austritt, der dann auf Nervenfasern drückt und es so zu einer zusätzlichen schmerzhaften periostalen Reizung kommen kann.

Die initiale Bettruhe im akuten Stadium einer frischen Wirbelkörperfraktur sollte möglichst kurz gehalten werden, um die Immobilisierung des osteoporotischen Patienten so gering wie möglich zu halten (nach dem Prinzip: „so konsequent wie möglich, aber so kurz wie nötig“). Ebenso sollten stabilisierende orthopädische Maßnahmen wie Korsett und Stützmieder zur Schmerzlinderung nur sehr kurzfristige Anwendung finden, da sonst über eine Immobilisierung der Muskulatur recht schnell eine Atrophie derselben erfolgen kann. Folge davon sind dann wiederum Unsicherheit bei Bewegungen und eine schlechte Muskelkoordination, was in letzter Konsequenz zu einer Erhöhung von Sturzrisiko und Fallneigung in dieser Patientengruppe führt. Eine weitere Möglichkeit sind Orthesen wie zum Beispiel Spinomed™ nach Prof. Dr. Helmut W. Minne, Bad Pyrmont, die eine Aktivierung der Rückenmuskulatur über eine externe Aufrichtung der gesamten Wirbelsäule bewirken. Chronische Osteoporoseschmerzen äußern sich vor allem in Form radikulärer und pseudoradikulärer Rückenschmerzen und sind meist das Ergebnis von Sinterungsfrakturen, die vor allem über die geänderte Statik der Wirbelsäule (verstärkter Kyphosewinkel) und die daraus resultierenden chronischen muskulären Überbelastungsreaktionen (paravertebraler Hartspann) Beschwerden bereiten. Umso wichtiger ist jetzt in der Therapie der Osteoporoseschmerzen der polypragmatische Ansatz: Er liegt in der Kombination von physiotherapeutischen Maßnahmen mit medikamentösen, gegebenenfalls operativen Maßnahmen. Bedingt durch Skelettdeformierung nach stattgehabten Frakturen kann der akute Schmerz langsam in einen chronischen Schmerz übergehen. Ebenso schmerzhaft sind paravertebrale Muskelverhärtungen und Schäden der Zwischenwirbelgelenke. Im Vordergrund dieser Phase der Schmerzbehandlung stehen die physikalische Therapie und nachfolgend die zunehmende Mobilisierung des Patienten unter entsprechender Analgesie. Weitere Maßnahmen sind die Bisphosphonattherapie und in einzelnen Fällen auch die perkutane transpedikuläre Injektion von Knochenzement in die Wirbelkörper (Vertebro- oder Kyphoplastie). Nach Erreichen von Schmerzfreiheit oder eines deutlich reduzierten Schmerzzustandes geht es um die aktive Mobilisierung des Patienten und die Kräftigung beziehungsweise das Auftrainieren der Rückenmuskulatur.

In mehreren placebokontrollierten Studien ist der schmerzlindernde Effekt der Bisphosphonate belegt worden. Zusätzlich konnte in Therapiestudien mit Pamidronat, Alendronat, Ibandronat und Zoledronat bei schmerzhaften Knochenmetastasen die Schmerz reduzierende Wirksamkeit der Bisphosphonate belegt werden. Die Wirkung setzt relativ schnell ein, durchschnittlich nach einem Tag, und kann je nach Dosierung mehrere Wochen bis Monate anhalten. Die Marker der Knochenresorption korrelieren zeitlich mit dem analgetischen Effekt. Der Erfolg der Bisphosphonate in der Schmerztherapie konnte anhand der Parameter Schmerzintensität sowie Analgetikaverbrauch objektiviert werden.

In der Behandlung von schmerzhaften Wirbelkörperfrakturen stehen neben den bisherigen konservativen Behandlungsmöglichkeiten neue minimalinvasive operative Verfahren

zur Verfügung. Bei der Vertebro- sowie der Kyphoplastie wird transpedikulär in den Wirbelkörper niedrig visköser Knochenzement appliziert. Im Unterschied zur Vertebroplastie wird bei der Ballonkyphoplastie über die transpedikulär liegende Arbeitskanüle ein Ballonkatheter in den frakturierten Wirbelkörper eingebracht und dann unter kontinuierlicher Druckkontrolle mit wasserlöslichem Röntgenkontrastmittel gefüllt, bis eine ausreichende Wiederaufrichtung der Wirbelkörperhöhe erreicht ist. Anschließend wird der Ballonkatheter entfernt und das so geschaffene Cavum mit dem niedrig viskösen Knochenzement über die Arbeitskanüle gefüllt. So kann bei der Ballonkyphoplastie im Vergleich zur Vertebroplastie eine Wiederaufrichtung der Wirbelkörperhöhe erzielt werden. Bei der Vertebro- sowie bei der Ballonkyphoplastie härtet anschließend der Knochenzement innerhalb kurzer Zeit aus. Bei klinisch gutem Verlauf ist der Patient nach 24 bis 48 Stunden ohne Hilfsmittel mobilisierbar, in den meisten Fällen deutlich beschwerdeärmer, wenn nicht sogar schmerzfrei.

Bei allen Patienten sollte eine Abklärung auf das Vorliegen einer Osteoporose durch Frakturanamnese und radiologische Diagnostik sowie eine Knochendichtemessung mittels DXA (*dual x-ray-absorptiometry*) durchgeführt werden. Alle Patienten sollten präoperativ interdisziplinär (Unfallchirurg, Internist, Radiologe) beurteilt werden, um eine fundierte Indikationsstellung sicherzustellen und die ideale, für den Patienten bestmögliche Behandlungsstrategie festlegen zu können. Beim Vorliegen einer Osteoporose ist das perioperative Management ganz besonders entscheidend, da eine gemäß den DVO-Leitlinien medikamentöse Therapie eingeleitet werden sollte. Diese besteht zum einen aus der Supplementierung mit 1.000 bis 1.500 Milligramm Kalzium und 800 bis 2.000 internationale Einheiten Vitamin D sowie entweder einer antiresorptiven oder osteoanabolen Therapie. Selbstverständlich sind bei Vorliegen eines malignen Geschehens oder einer anderweitigen sekundären Ursache der Osteoporose eine weiterführende onkologische Abklärung und eine entsprechende Therapie der Grunderkrankung erforderlich. Postoperativ kann dann mit der intensiven physiotherapeutischen Mobilisierung unter Vermeidung von kyphosierenden Körperhaltungen begonnen werden. Je nach Frakturursache, Begleitverletzungen und Allgemeinzustand ist der Patient ab dem zweiten postoperativen Tag entlassfähig.

### **Periprothetische Frakturen im Frakturregister der Arbeitsgemeinschaft Alterstraumatologie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie**

Bisher weitgehend unterschätzt sind periprothetische Frakturen bei Patienten, die unter Osteoporose leiden; sie stellen eine zunehmende und ernst zu nehmende Komplikation dar. Periprothetische beziehungsweise auch periimplantäre Frakturen treten einerseits bei Lockerungen von Prothesen oder Osteosynthesematerial auf, andererseits sind sie eine zunehmende Frakturform, wenn ein Patient mit osteosynthetisch versorgter Fraktur oder Totalendoprothese stürzt. In diesem Fall bricht der Knochen aufgrund veränderter biomechanischer Eigenschaften um die liegende Prothese oder das liegende Implantat herum. Insgesamt ist bei der Zunahme an Implantationen von Totalendoprothesen an Hüfte und Kniegelenk (circa 250.000 bis 300.000 pro Jahr in Deutschland) zukünftig auch mit einer dramatischen Zunahme dieser Frakturformen zu rechnen. Ein Schwerpunkt der alterstraumatologischen Behandlung und Forschung der Klinik für Unfall- und Handchirurgie

gie besteht deshalb in der Mitarbeit in der Arbeitsgemeinschaft (AG) Alterstraumatologie der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) und der Implementierung eines deutschlandweiten Registers für periprothetische Frakturen. Hierbei soll eine neue, praxisnahe und auf die operative Versorgung ausgerichtete Klassifikation erstellt und in den klinischen Alltag eingeführt werden.



Abb. 2: Periprothetische Femurfraktur (Typ Johanssen II und III bei liegender Revisionsschaftprothese)



Abb. 3: Operative Versorgung einer periprothetischen Femurfraktur mittels eingeschobener Plattenosteosynthese (LISS: less invasive stabilization system) und Cerclagen

## Schlussbetrachtung

Um den Besonderheiten des alternden muskuloskelettalen Systems gerecht werden zu können, stellt die Entwicklung von neuen Implantaten und Knochenersatzmaterialien sowie von schonenden Operationstechniken einen wesentlichen Schwerpunkt der klinischen und experimentellen Forschung der Klinik für Unfall- und Handchirurgie dar. Im Zusammenspiel von patientenorientierter, moderner Krankenversorgung mit dem Schwerpunkt der innovativen, klinikrelevanten Forschung im Bereich der Alterstraumatologie arbeiten wir daran, die Versorgung unserer hochbetagten Patienten ständig zu optimieren.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Vgl. Windolf *et al.* (2001).

Hierbei spielt auch gerade in der Alterstraumatologie sowie in der Osteologie das interdisziplinäre Vorgehen mit einer guten, patientenorientierten Zusammenarbeit eine entscheidende Rolle. Dies setzen wir mit dem Arbeitskreis Osteoporose (gemeinsam mit der Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Rheumatologie; Direktor: Univ.-Prof. Dr. Werner A. Scherbaum) bereits im klinischen Alltag um.

Bei der Mehrzahl der alten und auch der hochbetagten Patienten kommt es nach erfolgreichen operativen Maßnahmen, Optimierung der Medikamente der jeweiligen Grunderkrankung und intensiver Betreuung während des stationären Aufenthaltes mit frühfunktioneller intensiver individueller Physiotherapie zu einer Verbesserung der Lebensqualität. Langfristig profitieren vor allem die Patienten, die vor dem Unfall zu Hause relativ selbständig gelebt haben. Deren höchstes Ziel, die Rückkehr in das vertraute häusliche Umfeld im Anschluss an eine Rehabilitation, auch auf Dauer, sollte das gemeinsame Ziel des behandelnden Arztes und des Patienten sein. Die abschließende Bewertung der soziofunktionellen Effektivität sämtlicher medizinischer Maßnahmen in der traumatischen Behandlung von Verletzungen im höheren Lebensalter und den daraus entstehenden Kosten steht im Kreuzfeuer vieler Sichtweisen: der gesundheitsökonomischen Sicht, der medizinischen Sicht und der individuellen Patientensicht. Aber im Sinne des hochbetagten Patienten kann dies aus medizinischem Blickwinkel für Arzt und Patient nur heißen, alles zu tun, um eine gute Lebensqualität so lange wie möglich zu erhalten und diese nach einem Trauma so schnell wie möglich wiederzuerlangen.

## Literatur

- FASSBENDER, W. J., V. BRANDENBURG, S. SCHMITZ, D. SANDIG, S. A. SIMON, J. WINDOLF und U. C. STUMPF (2009). „Evaluation of human fibroblast growth factor 23 (FGF 23) c-terminal and intact enzyme-linked-immunosorbent-assays in end-stage renal disease patients“, *Clinical Laboratory* 55(3–4), 144–152.
- LOEGTERS, T., M. HAKIMI, W. LINHART, T. KAISER, D. BRIEM, J. RUEGER und J. WINDOLF (2008). „Die geriatrische Frührehabilitation nach hüftgelenknahen Oberschenkelbrüchen: nachhaltiges Konzept oder lediglich Kostenverschiebung?“, *Der Unfallchirurg* 111, 719–726.
- WINDOLF, J., A. HOLLANDER, S. KRAEMER und M. HAKIMI (2001). „Der proximale Femurnagel (PFN) – Verfahren der Wahl zur belastungsstabilen Versorgung von 31A-Frakturen alter Menschen?“, *Aktuelle Traumatologie*, 57–63.



## ALFONS LABISCH

# Die säkularen Umbrüche der Lebens- und Wissenschaftswelten und die Medizin – Ärztliches Handeln im 21. Jahrhundert<sup>1</sup>

### Lebenswelten, Wissenschaftswelten und die Medizin – Einleitung und Fragestellung

Wir alle haben das seltene Glück, an einem der säkularen Umbrüche der Menschheitsgeschichte teilzuhaben. Unter dem Begriff „Globalisierung“ breiten sich die industriellen Produktionsweisen und Lebensformen in atemberaubendem Tempo auf die gesamte Welt aus: Alles hängt mit allem zusammen, nichts bleibt von diesem Prozess unberührt. Der Umbruch in den Lebenswelten geht mit einem vergleichbaren Umbruch in den Wissenschaftswelten einher: Die Leitwissenschaften des ausgehenden 20. und beginnenden 21. Jahrhunderts sind die so genannten Life Sciences, also die biologischen Wissenschaften. Damit ist gegenüber den zuvor führenden Naturwissenschaften, hier in idealtypischer Sicht der Physik, auch ein Umbruch in der Herleitung und Qualität wissenschaftlichen Wissens verbunden.

Life Sciences wird im Deutschen üblicherweise nicht mit dem Fachbegriff „Biologie“, sondern mit „Lebenswissenschaften“ übersetzt. Sind die Life Sciences als Wissenschaften *vom* Leben zugleich die Wissenschaften *für* das Leben? Dieses Fragezeichen kann nicht entschieden genug ausfallen. Dies gilt keineswegs nur deshalb, weil sich in den letzten Jahrzehnten auch in den Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften ähnlich fundamentale Umbrüche vollzogen haben wie in den Naturwissenschaften. Ich nenne hier nur Aleida Assmanns Konzept des „kulturellen Gedächtnisses“. Dieses Konzept ist kürzlich nicht nur mit dem hoch renommierten Max-Planck-Forschungspreis ausgezeichnet worden, sondern ist mittlerweile, wie wir am Beispiel des Historischen Archivs der Stadt Köln erleben mussten, bis in die Sprache der Presse vorgedrungen. Vielmehr ist deshalb ein entschiedenes Fragezeichen hinter die Konnotationen der deutschen Übersetzung von Life Sciences als „Lebenswissenschaften“ zu setzen, weil *keine* biologische Erkenntnis in irgendeiner Weise darüber etwas sagen kann, was denn diese Erkenntnis für das Leben der Menschen bedeutet. *Die Natur ist keine ethische Instanz.*

Charles Darwin beispielsweise konnte die unzähligen biologischen Fakten seiner Weltumseglung erst dann ordnen, als er zufällig Thomas Malthus' ebenso berühmten wie berüchtigten „Essay on the principle of population“ las: „Here, than I had at last a theory to work on“ – so schreibt er in seinen Lebenserinnerungen.<sup>2</sup> Abgesehen von der Frage,

<sup>1</sup> Dieser Vortrag wurde am 11. Mai 2009 auf dem Symposium „Vom Nutzen der Wissenschaft für das Leben: Lebens-Wissenschaften“ gehalten.

<sup>2</sup> „In October 1838, that is, fifteen months after I had begun my systematic enquiry, I happened to read for amusement Malthus on Population, and being well prepared to appreciate the struggle for existence which

was denn nun ein wissenschaftlicher Zufall ist, ist dies ein schönes Beispiel dafür, dass die übergeordneten Sinnzusammenhänge einer wissenschaftlichen Theorie üblicherweise nicht aus dem engeren Gebiet dieser Wissenschaft, sondern aus allgemeinen Vorannahmen eines Wissenschaftlers stammen, die den Bereichen geistigen, künstlerischen oder gesellschaftlichen Lebens zugehören.

In besonderer Weise ist die Medizin von den aktuellen Umbrüchen betroffen. Denn die Erkenntnisse der Life Sciences wirken sich unmittelbar auf die medizinische Theorie und dann auch auf die Praxis aus. Nun ist die Medizin keine Naturwissenschaft. Was bedeutet es, wenn die primäre Bezugsdisziplin der Medizin von den Natur- zu den Lebenswissenschaften übergeht, für Ärztinnen und Ärzte, was bedeutet es für Patientinnen und Patienten, was bedeutet es für diejenigen, die (noch) gesund sind, was bedeutet es für unser Leben überhaupt? Können die Life Sciences diese Frage beantworten oder wäre dies nicht eine Aufgabe für diejenigen Wissenschaften, die sich mit dem tatsächlichen Leben der Menschen beschäftigen – mit den „Lebens-Wissenschaften“ also?

Life Sciences *versus* Wissenschaften vom menschlichen Leben  
oder

Life Sciences *und* Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften als dann  
*umfassende Wissenschaften vom und für das Leben*

– das ist also die Frage, die es hier zu diskutieren gilt.

Dies möchte ich in drei Schritten tun: Zunächst werden die Grundzüge ärztlichen Handelns herausgearbeitet. In einem zweiten Schritt werden die Grundzüge der Naturwissenschaften und der Life Sciences als Bezugsdisziplinen der Medizin diskutiert, um anschließend die Probleme und Aufgaben für die nötige lebenswissenschaftliche Orientierung im Sinne der hier einzufordernden humanwissenschaftlich-medizinischen Forschung zu umreißen. Mit den Ergebnissen und einem Ausblick möchte ich schließen.

## **Ärztliches Handeln als Dialektik von Wissen und Handeln**

Die eigentliche Triebfeder, Ärztin oder Arzt zu werden und zu sein, ist zu helfen (vgl. Abb. 1). Hilfe und Heilung sind ebenfalls die elementaren Erwartungen der Patienten.

Von den vielen anderen Formen des Heilens und Helfens unterscheidet sich die Medizin dadurch, dass sie den Anspruch erhebt, ihr Handeln wissenschaftlich herzuleiten. Dies ist der Gründungsakt der Medizin durch Hippokrates vor nunmehr zweieinhalbtausend Jahren. Die Form des wissenschaftlichen Wissens beeinflusst maßgeblich das Handeln des Arztes, sei es die Humoral- und Qualitätenpathologie in Antike und Mittelalter, sei es das kosmologische Denken in der Astromedizin und der Iatrotheologie der Renaissance oder seien es schließlich die Naturwissenschaften und die Iatrotechnologie gestern. Der Arzt ist also zwischen Wissen und Handeln gestellt. Gerichtet wird diese Dialektik durch den Patienten.

---

everywhere goes on from long-continued observation of the habits of animals and plants, it at once struck me that under these circumstances favourable variations would tend to be preserved, and unfavourable ones to be destroyed. The result of this would be the formation of new species. Here, then, I had at last got a theory by which to work.“ (Darwin 1958; siehe hier das Stichwort „Malthus“.)

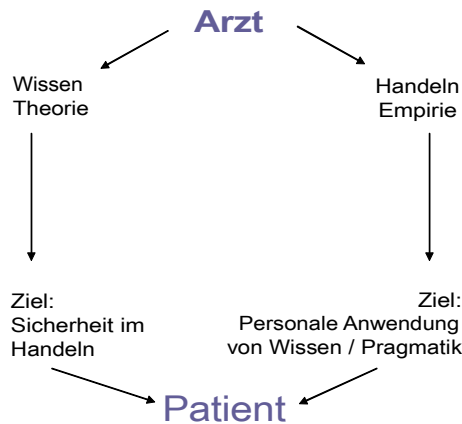


Abb. 1: Die Dialektik von Wissen und Handeln in der Medizin – Grundschemata

Indes: Naturwissenschaftliches Wissen trifft stets allgemeine Aussagen, die in idealtypischer Weise mit Gesetzesanspruch auftreten. In der Medizin geht es aber immer darum, dem Hilfsbegehren eines einzelnen kranken Menschen gerecht zu werden. In der naturwissenschaftlichen Medizin stehen Ärztinnen und Ärzte daher vor einer einzigartigen Aufgabe: Sie müssen ihr allgemein gültiges naturwissenschaftliches Wissen in ein Handeln umsetzen, das den je individuellen Gegebenheiten und Bedürfnissen des Patienten gerecht wird. In der Begegnung von Patient und Arzt wird der wissenschaftliche Objektbezug der Medizin in das subjektbezogene ärztliche Handeln gewendet.

Die Medizin ist als angewandte Wissenschaft also keine Naturwissenschaft, sie ist vielmehr eine auf Menschen als eigenständige Subjekte gerichtete Handlungswissenschaft oder – wie es früher hieß – die Medizin ist eine ärztliche Kunst. William Osler sagte ebenso kurz wie treffend: „Wären die Menschen alle gleich, könnte die Medizin eine Naturwissenschaft werden“. Und für diejenigen unter uns, die weniger Gewicht auf die autoritativen Worte eines großen Arztes und Vordenkers als auf das wissenschaftliche Argument legen: Die Hoffnungen, die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung in der Medizin über die künstliche Intelligenz gleichsam in Entscheidungsmaschinen zu verlagern, sind spätestens Ende der 1980er Jahre an eben dem Wendepunkt, an jenem „hiatus theoreticus“ (Norbert Paul) von einer experimentell festgelegten Nosologie hin zur jeweils individuellen Diagnose und Therapie, gescheitert.<sup>3</sup>

Dies bedeutet im Umkehrschluss (vgl. Abb. 2): Diejenigen Wissenschaften, die sich mit dem Subjekt- und Handlungsbezug der Medizin befassen, haben in und für die Medizin denselben Stellenwert wie die Naturwissenschaften. Das Handlungsgefüge der modernen Medizin wird daher wesentlich durch die Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften – oder international und daher im Folgenden auch so genannt: durch die *Humanwissenschaften* – erklärt.

<sup>3</sup> Vgl. Paul (1995), Paul (1996) sowie Paul (1998).

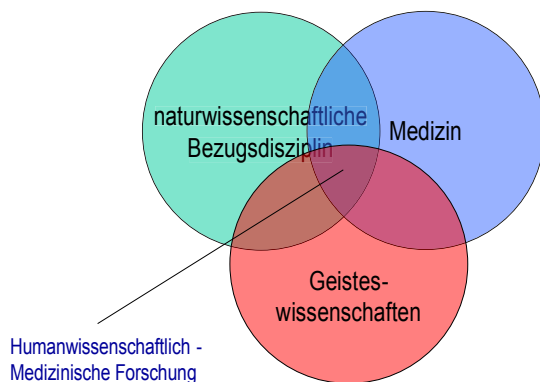


Abb. 2: Humanwissenschaftlich-Medizinische Forschung im Überlappungsbereich von Naturwissenschaften, Medizin und Geisteswissenschaften – Grundschemata

## Von den Naturwissenschaften zu den Lebenswissenschaften als Leitdisziplinen der Medizin

Aus unseren bisherigen Überlegungen zeigt sich, dass die wissenschaftliche Bezugsdisziplin für die Medizin von entscheidender Bedeutung ist: Sie bestimmt das Konzept der Medizin und damit den geschlossenen Gedankenzusammenhang von Physiologie, Pathologie und Therapie.<sup>4</sup> Seit circa zwei Jahrzehnten beobachten wir einen solchen Konzeptwandel – auch hier gehören wir also zu den Glücklichen, die an einem dieser seltenen Umschwünge teilhaben dürfen. Die Bezugsdisziplin der Naturwissenschaften, durchgesetzt seit circa 1840, wird seit den 1990er Jahren nach und nach durch die Lebenswissenschaften, die Life Sciences im engeren Sinne, ersetzt. Was unterscheidet die Lebens- von den Naturwissenschaften?

Physik und Chemie begründeten als die Leitdisziplinen des 19. und 20. Jahrhunderts die klassischen Wissenschaftskriterien der Universalität, der Strukturierung durch Gesetze und der Mathematisierung beziehungsweise Quantifizierung.

Indes: „Die Biologie ist keine zweite Physik“ – so Ernst Mayr.<sup>5</sup> Vielmehr folgen die biologischen Wissenschaften – so wieder Ernst Mayr – vergleichenden und experimentellen Methoden, sie betreiben Deskription und Taxonomie des Lebendigen, ihre wissenschaftlichen Ziele sind teils auf unmittelbare Ursachen (Physiologie, Molekularbiologie, funktionelle Morphologie, Entwicklungsbiologie, physiologische Genetik), teils auf mittelbare

<sup>4</sup> Siehe grundlegend Rothschild (1978).

<sup>5</sup> „Die Welt: Sie haben sich in den letzten Jahren mit philosophischen Fragen der Biologie befasst. Warum ist das Ihnen wichtig? Mayr: Weil die Philosophen auch heute noch der irrigen Meinung sind, die Biologie sei eine zweite Physik. Sie halten es immer noch mit Kant, der einmal so total unrichtig gesagt hat: Wissenschaft könne nur als eine solche betrachtet werden, wenn sie Mathematik enthält. Demnach wäre Darwins ‚Vom Ursprung der Arten‘ nicht wissenschaftlich, denn es enthält keine einzige mathematische Formel. Darum ist auch der Titel meines neuen Buches so wichtig: ‚What Makes Biology Unique‘. Das Organische unterscheidet sich vom Anorganischen durch seine Einzigartigkeit und Variabilität. Ein Elektron ist und bleibt ein Elektron. Von den sechs Milliarden Menschen sind keine zwei Individuen miteinander identisch.“ (Mayr und Amberger 2004)

Ursachen (Evolutionbiologie, klassische Genetik, Ethologie, Systematik, vergleichende Morphologie, Ökologie) gerichtet.<sup>6</sup>

Damit tritt an die Stelle der so genannten „nomothetischen“ Naturwissenschaften mit ihrem universalen Gültigkeitsanspruch ein Konglomerat unterschiedlicher Disziplinen und Forschungsinteressen. Wesentliches Element dieses Disziplinenkonglomerats ist nicht die Formulierung von Gesetzen, sondern der Blick auf individuelle historische Prozesse in ihrer zeitlichen Dimension – und dies im Rahmen von Konzepten oder Hypothesen.

Individualität und damit auch die Veränderung des Gegenstandes in der Zeit – und damit Geschichte – sind beides Kategorien, die zwingend aus den so genannten nomothetischen Wissenschaften ausgeschieden worden waren. In den Life Sciences werden sie nunmehr zwingend wieder eingeführt. Niemand hat dies treffender ausgedrückt als der Physiker *und* Biologe Max Delbrück; er schreibt:

Die komplexe Gestalt jeder lebenden Zelle ist ein Ausdruck der Tatsache, dass jede von ihnen mehr ein historisches als ein physikalisches Ereignis ist. Solche komplexen Dinge entstehen nicht jeden Tag durch Spontanerzeugung aus nichtbelebter Materie – täten sie es, wären sie tatsächlich reproduzierbare, zeitlose Erscheinungen, vergleichbar mit der Kristallisierung einer Lösung, und fielen in das Gebiet der eigentlichen Physik. Nein, jede lebende Zelle führt mit sich die Erfahrung einer Milliarde von Jahren des Experimentierens ihrer Vorfahren. Man kann nicht erwarten, einen so schlauen „alten Fuchs“ in einigen wenigen Worten zu erklären.<sup>7</sup>

Im wissenschaftlichen Alltag bedeutet das, dass die fortgeschrittenen Varianten der Lebenswissenschaften keinem mehr oder weniger letztbegründeten Wahrheitsbegriff nachstreben. Gegenüber Physik und Chemie sind die Lebenswissenschaften und ihre Unterdisziplinen nicht theorie-, sondern im Rahmen von Konzepten methoden- oder technikgetrieben. Wesentliche Triebfeder sind dabei wiederum die Möglichkeiten der Datenverarbeitung.

## **Life Sciences, Medizin und Lebenswelt – und die Notwendigkeit humanwissenschaftlich-medizinischer Forschung**

Was ergibt sich nun aus diesem Wandel der Bezugsdisziplin für die Medizin, was ergibt sich für die allgemeine Lebenswelt, was ergibt sich mit Blick auf die humanwissenschaftliche Forschung in der Medizin?

Die Exaktheit einer in sich geschlossenen quasi physikalischen experimentellen Situation konnte in der Biologie eine gewisse Zeit mit dem genetischen Dogma „Ein Gen – ein Protein“ aufrechterhalten werden. Jedem Phänotyp würde also ein Genotyp entsprechen – und umgekehrt. In die Medizin übersetzt hätte dies – überspitzt ausgedrückt – bedeutet, dass es für jede Krankheit eine genetische Ursache gibt. Dies trifft bei seltenen Erkrankungen, wie etwa der Chorea Huntington, oder bestimmten Karzinomen, wie etwa dem Lynch-Syndrom des erblichen Darmkrebses (HNPCC), durchaus zu. Konzeptuell hätte sich daraus ein geschlossener Regelkreis von Ursache, Krankheitsbild und Therapie ergeben. Von den zwischenzeitlich circa 1.500 identifizierten „Krankheitsgenen“ wirken die meisten indes in höchst komplexer Weise zusammen. Dies gilt vor allem für die häu-

<sup>6</sup> Vgl. Mayr (1998); vgl. auch Mayr (1984) und jetzt zusammenfassend Mayr (2003: 151–171): „Wie sind die biologischen Wissenschaften strukturiert?“

<sup>7</sup> Zitiert nach Fox-Keller (2001: 133).

figen Krankheiten wie etwa Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Stoffwechselkrankheiten wie den Diabetes mellitus. Große Hoffnungen richteten sich daher auf das „Human Genome Project“, das nach 13-jähriger Arbeit 2003 zu einem ersten Erfolg führte. Allerdings sind die immer wieder überprüften und nach wie vor keineswegs abgeschlossenen oder gar ausgeschöpften Ergebnisse dieses Mammutprojektes völlig anders als erwartet.

Das menschliche Genom – hier definiert als die Gesamtheit sämtlicher Nukleinsäuren oder „Buchstaben“ als Basiselemente der Erbmasse; es sind dies insgesamt über drei Milliarden – besteht demnach lediglich aus knapp 25.000 Genen. Wie kann es – das unilineare Modell „ein Gen – ein Protein“ unterstellt – von diesen erschütternd wenigen Genen zu den circa 300.000 bis 500.000 Proteinen kommen, aus denen sich ein menschlicher Organismus zusammensetzt? Nur 1,2 Prozent des Genoms besteht aus Genen, die Proteine kodieren. Dafür bestehen 50 Prozent des Genoms aus so genannten *repeat sequences*, das heißt aus Wiederholungssequenzen. Diese anfangs als „Junk-DNA“ bezeichneten Nukleinsäuren erweisen sich mehr und mehr als die Steuerelemente des menschlichen Organismus.

Allgemein können wir aus dem aktuellen Kenntnisstand der Genomforschung folgende Schlüsse ziehen:<sup>8</sup>

- Biologische Systeme – einschließlich des Menschen – stehen in einer fortwährenden molekularen Kooperation und Kommunikation nach innen und nach außen.
- In der Frühphase der Evolution gab es einen regen horizontalen Gentransfer. Diesen gibt es – etwa auf der Ebene der Bakterien – bis heute.<sup>9</sup>
- Gene sind nicht autonom oder gar „egoistisch“, sondern werden in mehrfacher Weise über RNS- und Proteinmoleküle im Sinne der Zelle beziehungsweise des Gesamtorganismus gesteuert.
- Umweltfaktoren können Gene über so genannte „Promotoren“ oder „Genschalter“, über Methylierungen oder über die so genannten Mikro-RNA beeinflussen und auf diese Weise so genannte epigenetische Veränderungen entweder veranlassen oder aber rückgängig machen. Unter gewissen Bedingungen können aus Körperzellen stammende Mikro-RNA sogar in den Zellen der Keimbahn wirken und sich damit auf die Nachkommenschaft einer Spezies auswirken.
- Genome – das heißt die Gesamtheit der in den Zellen eines Organismus vorhandenen DNS einschließlich aller Gene – sind keine statischen, sondern dynamische Systeme.
- Die so genannten Transpositionselemente, die den Umbau eines Genoms bewirken, werden wiederum aus der Umwelt eines Organismus beeinflusst.
- Lebende Systeme unterliegen zwar den Gesetzen der Physik und der Chemie, ihr Verhalten ist jedoch nicht Folge einer jeweiligen physikalischen oder chemischen Ursache, sondern ein Ergebnis entsprechender Kommunikatoren auf der Ebene der Nukleinsäuren, der Proteine und ihrer Rezeptoren und Liganden, der Oberflächenrezeptoren der Zellen und schließlich der Sinnessysteme.
- Dies gilt für pflanzliche und tierische Organismen, mithin also auch für Menschen.

<sup>8</sup> Vgl. zum Folgenden Bauer (2008).

<sup>9</sup> Zur Bedeutung dieses Vorganges für die aktuelle Biologie vgl. etwa die Arbeiten von Bill Martin, Düsseldorf; vgl. Lane (2009).

Die moderne molekulare Biologie beschert uns also eine Welt der Evolution, die sich weiter und weiter von dem entfernt, was uns der schlichte Darwinismus gelehrt hat. Ja, man könnte sogar sagen, dass die Theorie eines Jean Baptist de Lamarck, dass Veränderungen des Phänotyps erblich seien, in der Epigenetik ihren Widersänger fände. Dies wäre angesichts des säkularen Streites „hie Darwinismus, hie Lamarckismus“, der das frühe 20. Jahrhundert im Streit zwischen Kapitalismus und (Sowjet-)Kommunismus beherrscht hat, wahrlich ein historischer Gegenstand ersten Ranges.

Die Erkenntnisse der modernen Biologie sind in der Medizin der letzten Jahrzehnte keineswegs nur in Krankheitsbilder oder Diagnosemöglichkeiten eingeflossen. Auch die Patienten profitieren bereits in vielfältiger Weise. Nennen möchte ich hier lediglich unsere Kenntnis über die bösartigen Neubildungen des Blutes und differenzierte Behandlungsmöglichkeiten bis hin zum Ersatz ganzer Zelllinien durch die Stammzelltherapie. Besonders die Behandlung kindlicher Leukämien wurde revolutioniert, und die Behandlungsergebnisse wurden dramatisch verbessert.

Mit Blick auf die Dialektik von Wissen und Handeln in der Medizin (vgl. Abb. 3) ist hier indes die Frage zu stellen, ob eine angemessene Wahrnehmung und Deutung, ob eine angemessene Diskussion darüber stattfindet, was eine „molekulare Medizin“ unter der Maßgabe der neuen Erkenntnisse der Bezugsdisziplin Life Sciences ist und was sie für Ärzte und Patienten bedeutet? Dazu nur einige wenige Beispiele:

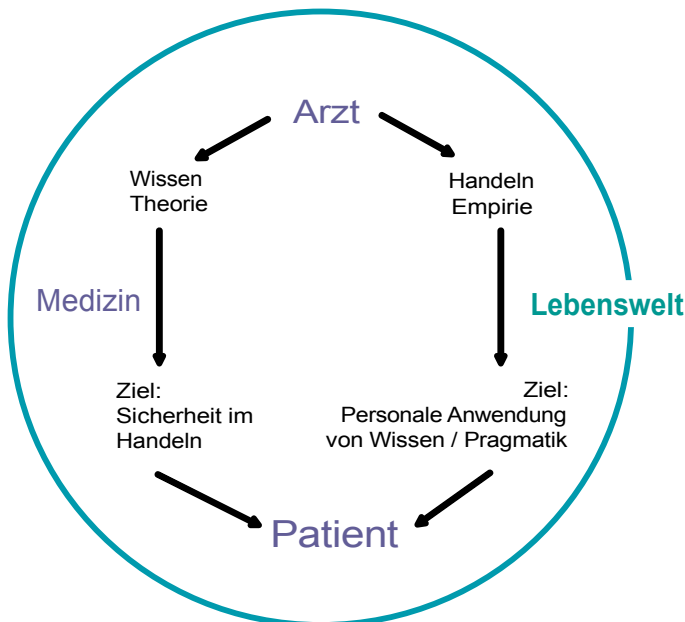


Abb. 3: Die Dialektik von Wissen und Handeln in der Medizin

Die Menschen unterscheiden sich durch die so genannten Single-Nucleotid-Polymorphismen (SNP) in ihrem Genom. Diese Unterschiede führen zu unterschiedlichen Reaktio-

nen auf Außenreize wie etwa unterschiedliche Anfälligkeit gegen Krankheiten oder auch unterschiedliche Wirksamkeit von Medikamenten. (Arbeitswelt, Arzneimittelforschung)

Aus der neurobiologischen Forschung wissen wir, dass die Möglichkeit späterer psychiatrischer Krankheiten vererbt wird. Diese Potenzialität wird lebensgeschichtlich und damit individuell aktiviert. (Sigmund Freud)

Insgesamt lernen wir mehr und mehr, dass viele biologische Vorgaben, die in chronische Krankheitsprozesse münden, entweder genetisch vorgegeben sind oder aber im weiteren Leben epigenetisch erworben werden. Daher können sie auch ebenso durch Verhältnisse und Verhaltensweisen hervorgerufen werden, wie sie durch Verhältnisse und Verhaltensweisen gemindert werden können. (molekulare Zwillingsforschung)

Die beiden letzten Aussagen verweisen darauf, dass der Slogan „*nature or nurture*“ und damit die Frage von Erbanlage, Lebensverhältnissen und Lebensweisen im Lichte neuer Erkenntnisse neu diskutiert werden muss. Diese Frage könnte jetzt – um nur ein Beispiel zu nennen – auf die neuen Forschungen zur Biologie des Alterns angewandt werden. Es würden daraus keineswegs nur grundlagenwissenschaftliche oder klinische Resultate, sondern auch neue Erkenntnisse für die Gestaltung von Verhältnissen und Verhalten bis hin zu einer neuen Organisation medizinischer Diagnose-, Therapie-, Rehabilitations- und Metaphylaxe-Abläufe folgen (Stoffwechsel, Haut, Bewegungsapparat, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, neurologische Krankheiten).

## **Life Sciences und Humanwissenschaften als Wissenschaften für das Leben – Ergebnisse und Ausblick**

Von Ernst Mayr konnten wir lernen, dass die Biologie den Geisteswissenschaften, in Sonderheit den historischen Wissenschaften näher steht als der Physik.<sup>10</sup> Aus den neuen Ergebnissen der molekularen Genetik konnten wir lernen, dass sich die Gegenstandsbereiche der Life Sciences immer weiter in die Lebenswelt der Menschen ausdehnen. Dies wird in der Medizin in besonderer Weise evident – und zwar keineswegs nur in der Begegnung von Arzt und Patient, sondern auch in den ausdrücklichen, meist aber verborgenen Definitionen gesunden Verhaltens oder gesunder Verhältnisse, selbstverständlich samt den damit verbundenen Verhaltenserwartungen.<sup>11</sup> Damit, so können wir festhalten, gibt es sowohl in den theoretischen Grundlagen als auch in den Methoden wie in den Gegenständen einen großen Bereich, in dem sich die Life Sciences, die Medizin und die Humanwissenschaften überlappen.

Damit ist unsere Eingangsfrage klar zu beantworten: Die Life Sciences ergeben *nur im Verbund* mit den Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften eine umfassende Wissenschaft vom und für das Leben. Für das Gelingen des Konzeptes einer lebenswissenschaftlich ausgerichteten oder – um das gängige Wort zu benutzen – einer „molekularen Medizin“ ist die humanwissenschaftliche Forschung unerlässlich.

Es ist selbstverständlich, dass sich jede der beteiligten Disziplinen mit ihren eigenen Konzepten, Methoden und Fragen befasst. In einer interdisziplinären Orientierung gibt es für die humanwissenschaftliche Seite der molekularen Medizin drei Aufgabengebiete:

---

<sup>10</sup> Vgl. Mayr (1998).

<sup>11</sup> Vgl. Kollok und Lemke (2008).



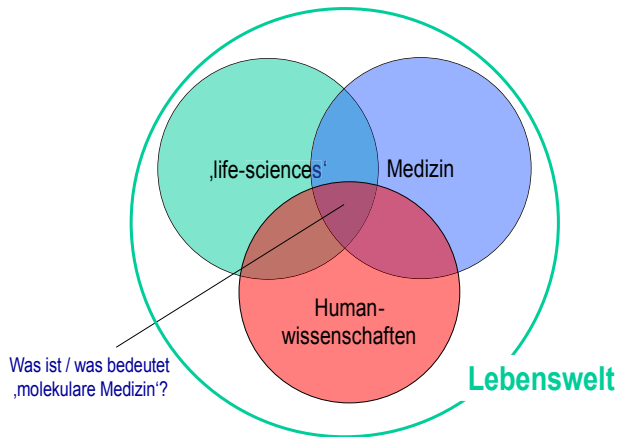


Abb. 4: Molekulare Medizin im Überlappungsbereich von Lebenswissenschaften, Medizin und Humanwissenschaften

- die wissenschaftshistorische und wissenschaftstheoretische Analyse des Konzeptes einer molekularen Medizin,
- die wissenschaftshistorische und wissenschaftstheoretische Vernetzung und Übersetzung sowohl innerhalb der Grundlagenwissenschaften als auch in der Medizin – und zwar bis hin zur Diskussion neuer Organisations- und Behandlungsformen – und
- eine angemessene Übersetzung des aktuellen grundlagenwissenschaftlichen und medizinischen Kenntnisstandes in die allgemeine Lebenswelt – sicher für Patienten, besonders aber für diejenigen, die noch gesund sind.

Für diese Aufgaben braucht es die intensive Kooperation der Life Sciences, der Medizin und der Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften (vgl. Abb. 4). Diese Kooperation wird sich nicht von selbst ergeben. Vielmehr bedarf es dazu einer geeigneten Plattform samt entsprechender Ressourcen – kurzum: Es bedarf eines humanwissenschaftlich-medizinischen Forschungszentrums.

In einem Ausblick ist abschließend auf eine letzte Gewissheit der molekularen Medizin zu verweisen. In den Zeiten naturwissenschaftlichen Forschens und statistischer Begleitforschung – geronnen etwa in dem Begriff der Risikofaktoren – war sowohl wissenschaftlich als auch individuell-lebensweltlich immer eine Lücke zwischen dem definierten Risiko und dem Einzelnen gegeben. In einer molekularen Medizin wird jeder neugeborene Mensch in nicht allzu ferner Zeit einen Genchip erhalten, mit dem ihm alle seine persönlichen Risikopotenziale auf seinen weiteren Lebensweg mitgegeben werden (vgl. Gendiagnostikgesetz). Prinzipiell wird künftig also jeder einzelne Mensch in der Geschichte seiner Anlagen und damit seines körperlichen Potenzials zu fassen sein. Daraus resultiert nicht nur ein anderes Verhältnis zwischen Patient und Arzt. Vielmehr werden die Menschen durch dieses Wissen in ein anderes Verhältnis zu sich selbst und vor allem zu ihrer Umwelt gestellt – denn Verhalten und Verhältnisse werden darüber bestimmen, welche erbten Anlagen auf welche Weise lebenswirklich werden – oder eben nicht.

Nicht nur für die Konzepte der Medizin wird mit der molekularen Medizin also ein neues Kapitel aufgeschlagen, das es humanwissenschaftlich zu erforschen gilt. Der *homo hygienicus*, der Mensch also, der sein Leben, sein Verhalten und seine Verhältnisse nach gesundheitlichen Kriterien ausrichtet, muss unter den Bedingungen einer molekularen Medizin weitergedacht werden.

## Literatur

- BAUER, Joachim (2008). *Das kooperative Gen. Abschied vom Darwinismus*. Hamburg, 183–190.
- DARWIN, Charles (1958). *The Autobiography of Charles Darwin 1809–1882. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his granddaughter Nora Barlow*. London. [http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman\\_LifeandLettersandAutobiography.html](http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_LifeandLettersandAutobiography.html) (08.10.2009).
- FOX-KELLER, Evelyn (2001). *Das Jahrhundert des Gens*. Frankfurt am Main.
- KOLLEK, Regine und Thomas LEMKE (2008). *Der medizinische Blick in die Zukunft. Gesellschaftlich Implikationen prädiktiver Gentests*. Frankfurt am Main.
- LANE, Nick (2009). *Life Ascending. The Ten Great Inventions of Evolution*. New York.
- MAYR, Ernst (1984). *Die Entwicklung der biologischen Gedankenwelt. Vielfalt, Evolution und Vererbung*. Berlin u. a.
- MAYR, Ernst (1998). *Das ist Biologie. Die Wissenschaft des Lebens*. Heidelberg.
- MAYR, Ernst (2003). *Das ist Evolution*. München.
- MAYR, Ernst und Madeleine AMBERGER (2004). „Die Biologie ist keine zweite Physik. Interview mit dem Evolutionsbiologen Professor Ernst Mayr, der am Montag seinen 100. Geburtstag feiert“, *WELT ONLINE*. 3. Juli 2004 ([http://www.welt.de/print-welt/article325045/Die\\_Biologie\\_ist\\_keine\\_zweite\\_Physik.html](http://www.welt.de/print-welt/article325045/Die_Biologie_ist_keine_zweite_Physik.html)) (08.10.2009).
- PAUL, Norbert (1995). *Medizinische Wissensbasen. Vom Wissensmodell zur Repräsentation. Ein medizintheoretischer Ansatz zur Modellierung und objektorientierten Repräsentation diagnosebezogener Domänenwissens für Expertensysteme in der Medizin*. Frankfurt am Main u. a. (Europäische Hochschulschriften: Reihe 41, Informatik; 14)
- PAUL, Norbert (1996). „Der Hiatus theoreticus der naturwissenschaftlichen Medizin. Vom schwierigen Umgang mit Wissen in der Humanmedizin der Moderne“, in: Cornelius BORCK (Hrsg.). *Anatomien medizinischen Wissens. Medizin, Macht, Moleküle*. Frankfurt am Main, 171–200. (Fischer; 12959: Philosophie der Gegenwart)
- PAUL, Norbert (1998). „Incurable Suffering from the ‚Hiatus Theoreticus‘. Some Epistemological Problems in Modern Medicine and the Clinical Relevance of Philosophy of Medicine“, *Theoretical Medicine and Bioethics Philosophy of Medical Research and Practice* 19(3), 229–251.
- ROTHSCHUH, Karl E. (1978). *Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart*. Stuttgart.

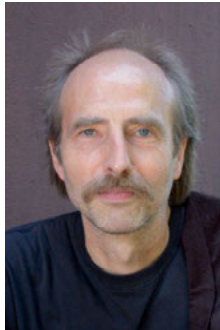




**Mathematisch-Naturwissenschaftliche  
Fakultät**



# Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Ulrich Rütter  
Dekan



Univ.-Prof. Dr. Helmut Ritter  
Prodekan



Univ.-Prof. Dr. Georg Pretzler  
Studiendekan





## Neu berufene Professorinnen und Professoren

### Univ.-Prof. Dr. Michael Feldbrügge

Michael Feldbrügge, 1966 in Opladen geboren, studierte von 1985 bis 1992 an der Universität zu Köln Biologie. Seine Diplomarbeit führte er unter Anleitung von Univ.-Prof. Dr. Klaus Hahlbrock am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln-Vogelsang durch. In seiner Arbeit beschäftigte er sich mit dem Thema *Pflanzliche bZIP-Transkriptionsfaktoren*. Von 1992 bis 1995 wurde Michael Feldbrügge ebenfalls an der Universität zu Köln promoviert. Die praktische Arbeit wurde am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung unter Anleitung von Univ.-Prof. Dr. Klaus Hahlbrock durchgeführt. Der Titel lautete *UV-Lichtregulation des Chalkonsynthase-Promotors in Petersilie*. Nach seiner Promotion war Michael Feldbrügge als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Plant Research Laboratory der Michigan State University, USA,



tätig. Von 1996 bis 1998 untersuchte er in der Arbeitsgruppe von Prof. Pamela Green die Regulation der mRNA-Stabilität in *Arabidopsis thaliana*. Im Anschluss wechselte Michael Feldbrügge an das Institut für Genetik und Mikrobiologie der Ludwig-Maximilians-Universität München. Von 1998 bis 2000 erforschte er in der Arbeitsgruppe von Univ.-Prof. Dr. Regine Kahmann Signaltransduktionsprozesse in dem phytopathogenen Pilz *Ustilago maydis*. Im Jahr 2000 begleitete er Professor Kahmann an das Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie in Marburg. Dort baute er seine eigene Arbeitsgruppe auf. Mit seinen Mitarbeitern untersucht er die Rolle von RNA bindenden Proteinen in *U. maydis*, insbesondere den Langstreckentransport von mRNA in infektiösen Filamenten. Im Jahr 2007 habilitierte sich Michael Feldbrügge in Genetik zum Thema *Signaltransduktion und posttranskriptionelle Regulation während der frühen pathogenen Entwicklung in Ustilago maydis*. Von 2003 bis 2009 gehörte er zum Lehrkörper der „International Max Planck Research School for Environmental, Cellular and Molecular Microbiology“; von 2007 bis 2009 war als Privatdozent der Philipps-Universität Marburg tätig. Im März 2009 erhielt Michael Feldbrügge einen Ruf auf eine W3-Professur für Mikrobiologie an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Die Ernennung erfolgte zum 1. September 2009. Die Arbeitsgruppe von Michael Feldbrügge erforscht RNA-Biologie in *U. maydis*. Die Forschungstätigkeiten werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt. Michael Feldbrügge ist Gutachter für die DFG sowie für zahlreiche internationale Zeitschriften.

## Univ.-Prof. Dr. Peter Gilch

Peter Gilch, geboren am 23. April 1970, studierte von 1990 bis 1995 Chemie an der Universität Konstanz. Sein Studium schloss er mit einer Diplomarbeit in Physikalischer Chemie bei Univ.-Prof. Dr. Ulrich E. Steiner ab. In seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit dem Einfluss hoher Magnetfelder auf Elektrontransferreaktionen.

Zur Promotion wechselte er 1995 an das Institut für Physikalische und Theoretische Chemie der Technischen Universität München. Dort arbeitete er in der Gruppe von Univ.-Prof. Dr. Maria E. Michael-Beyerle. In seiner Doktorarbeit konnte er erstmals direkt die Auswirkung magnetischer Felder auf chemische Prozesse auf der Zeitskala von Pikosekunden ( $10^{-12}$ s) nachweisen. Die Arbeit verteidigte er erfolgreich im Frühjahr 1999. Sie wurde mit dem Albert-Weller-Preis der Gesellschaft Deutscher Chemiker ausgezeichnet.

Im Sommer 1999 begann er als Habilitand am Lehrstuhl von Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Zinth (Ludwig-Maximilians-Universität München). Dort beschäftigte er sich mit der Entwicklung und Anwendung von Methoden der Femtosekunden-Spektroskopie. Wichtige Weiterentwicklungen gelangen im Bereich der zeitaufgelösten Fluoreszenz- und Raman-Spektroskopie. Diese Methoden wurden zum Studium ultraschneller Prozesse in flüssiger Phase, wie zum Beispiel Schwingungsrelaxation, Energietransfer und Isomerisierungen, eingesetzt. Seine Habilitation wurde Anfang 2005 abgeschlossen.

Von 2005 bis 2009 war Peter Gilch am gleichen Lehrstuhl als Privatdozent tätig. In dieser Zeit arbeitete er intensiv über die Mechanismen der Photochemie aromatischer Nitroverbindungen, die in den Biowissenschaften breite Anwendung als fotolabile Schutzgruppen finden. Daneben war er an Studien zur ultravioletten Schädigung von DNA beteiligt. In diesen Studien konnte die Bildung des häufigsten DNA-Fotoschadens, des Thymindimers, erstmals zeitaufgelöst verfolgt werden. Zusätzlich zu diesen Arbeiten im Bereich der zeitaufgelösten Spektroskopie begann er Forschungstätigkeiten im Feld der orts aufgelösten Spektroskopie. Mit seiner Gruppe entwickelte er ein neuartiges Verfahren der Raman-Mikroskopie („Femtosekundenstimulierte Raman-Mikroskopie“).

Im Jahr 2009 erhielt Peter Gilch Rufe auf W2-Professuren in Oldenburg und Düsseldorf. Den Ruf an die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf nahm er an und wurde im Mai 2009 zum Heisenberg-Professor für „Femtosekunden-Spektroskopie komplexer Systeme“ ernannt. Die Professur ist am Institut für Physikalische Chemie angesiedelt.



## Univ.-Prof. Dr. Holger Gohlke

Holger Gohlke, geboren 1972 in Langen (Hessen), studierte Chemie an der Technischen Universität Darmstadt and Angewandte Informatik an der FernUniversität in Hagen. Nach seiner Diplomarbeit bei Univ.-Prof. Dr. Frieder W. Lichtenthaler wechselte er zur Promotion in die Arbeitsgruppe „Proteinkristallographie und Wirkstoffdesign“ von Univ.-Prof. Dr. Gerhard Klebe an der Philipps-Universität Marburg, an der er 2000 mit summa cum laude mit einer Arbeit zur Bewertung von Protein-Ligand-Wechselwirkungen promoviert wurde. Nach einem weiteren Jahr als Postdoc in dieser Gruppe ging er 2001 als Feodor-Lynen-Stipendiat der Alexander-von-Humboldt-Stiftung an das Scripps Research Institute, La Jolla, Kalifornien, USA. In der Gruppe von Prof. Dr. David A. Case entwickelte er dort Computermethoden zur Untersuchung der Energetik und Dynamik der Bildung von Protein-Protein-Komplexen. 2003 erfolgte die Berufung auf eine Juniorprofessur für Molekulare Bioinformatik am Institut für Molekulare Biowissenschaften der Goethe-Universität Frankfurt am Main, 2008 die Berufung auf eine W2-Professur am Pharmazeutischen Institut der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und 2009 die Berufung auf eine W2-Professur für Pharmazeutische und Medizinische Chemie am gleichnamigen Institut der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Holger Gohlke erhielt 2003 den Promotionspreis der Philipps-Universität Marburg, 2005 den Innovationspreis in Medizinischer und Pharmazeutischer Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker sowie der Deutschen Pharmazeutischen Gesellschaft und 2009 den Hansch Award der Cheminformatics and QSAR Society.



Holger Gohlkes gegenwärtige Forschung zielt auf das Verständnis, die Vorhersage und die Modulation von Interaktionen, an denen biologische Makromoleküle beteiligt sind, aus theoretischer Perspektive. Hierzu entwickelt seine Arbeitsgruppe Methoden, die im Grenzgebiet der Bioinformatik, computergestützten Biologie und Biophysik sowie des strukturbasierten Wirkstoffdesigns angesiedelt sind. Diese umfassen Dockingansätze, Moleküldynamiksimulationen, Freie-Energie-Berechnungen und Methoden zur Charakterisierung der Flexibilität und Rigidität von Protein- und RNA-Strukturen. Diese Forschungstätigkeiten werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der pharmazeutischen Industrie unterstützt.

## Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Wiechert

Wolfgang Wiechert ist seit Anfang 2009 Professor für Systembiologie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und Leiter des Instituts für Biotechnologie 2 (IBT-2) am Forschungszentrum Jülich. 1960 in Opladen (heute Leverkusen) geboren, studierte er Mathematik mit Nebenfach Informatik an der Universität Bonn. Nach einer fachlichen Neuorientierung wurde er 1990 auf dem Gebiet der Theoretischen Biologie über Methoden der Bioprozessdatenanalyse promoviert. Von 1991 bis 1996 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am IBT-2. 1996 habilitierte er sich mit seinen Arbeiten auf dem Gebiet der metabolischen Stoffflussanalyse. In der Zeit von 1996 bis 2002 war er C3-Professor und – infolge eines Rufes nach Tübingen – von 2002 bis 2008 C4-Professor für Simulationstechnik an den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik der Universität Siegen. 2006 verbrachte Wolfgang Wiechert ein Forschungssemester am Institute for Molecular Systems Biology der ETH Zürich.



Hauptarbeitsgebiet von Wolfgang Wiechert ist die Angewandte Systembio(techno)logie mit einem besonderen Schwerpunkt auf Methoden der quantitativen Biologie. Kennzeichnend für seine Forschungsarbeiten ist eine enge Integration von experimentellen und theoretischen Arbeiten im Rahmen großer multidisziplinärer Projekte. Er befasst sich mit Methoden der quantitativen Metabolomics, Fluxomics und Proteomics einschließlich der hierfür benötigten modellgestützten mathematischen Methoden zur Versuchsplanung, Parameterschätzung und Prozessoptimierung in biotechnologischen Systemen. Im Rahmen von systembiologischen Ansätzen werden Multi-Omics-Datensätze in unterschiedlich detailierte mathematische Modelle integriert, um damit ein mechanistisches Verständnis produktionsrelevanter biotechnologisch genutzter Mikroorganismen zu erzielen. In Zukunft werden diese Arbeiten ergänzt durch die Entwicklung mikrofluidischer Methoden für die Untersuchung einzelner Zellen. Die genannten Arbeiten münden in einen durch einen iterativen Erkenntnisgewinnungsprozess gestützten Zyklus zur Verbesserung industrieller biotechnologischer Produktionsprozesse, der die enge Kooperation aller Arbeitsgruppen am IBT erfordert. Dabei werden auch diverse Prozessbeispiele aus der industriellen Praxis zusammen mit Industriepartnern untersucht und weiterentwickelt.

## **ULRICH RÜTHER (Dekan)**

### **Die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät im Jahr 2008/2009**

Unter dem Dach der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität sind die Fächer Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik, Pharmazie, Physik und Psychologie zusammengefasst. Das größte Fach, sowohl bezogen auf die Zahl der Mitarbeiter als auch der Studierenden und der eingeworbenen Drittmittel, ist die Biologie. Das kleinste, aber auch jüngste Fach ist die Informatik. Insgesamt waren im Studienjahr 2008 in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät 90 Professorinnen und Professoren sowie vier Juniorprofessorinnen und Juniorprofessoren beschäftigt, des Weiteren 288 wissenschaftliche und 287 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter aus Haushaltsmitteln. Aus Mitteln Dritter waren weitere 277 wissenschaftliche Mitarbeiter tätig. Die Fakultät bildet zurzeit 4.943 Studierende aus. Das Drittmittelvolumen belief sich im Jahr 2008 auf circa 16,4 Millionen €. Besonders herausragende Einzelförderungen waren ein Advanced Research Grant des European Research Council an Univ.-Prof. Dr. William Martin, Institut für Ökologische Pflanzenphysiologie, in Höhe von zwei Millionen € für die Erforschung der frühen Evolution des mikrobiellen Lebens sowie eine Zuwendung der Bill & Melinda Gates Foundation an Univ.-Prof. Dr. Peter Westhoff, Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen, in Höhe von 500.000 € für die Arbeiten am Photosynthesestoffwechsel im Reis.

#### **Das Forschungsprofil der Fakultät**

Die Fakultät versteht sich als eine forschungsorientierte Einrichtung. Innerhalb der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät gibt es drei Schwerpunkte sowie fünf anwendungsbezogene Profildbereiche, durch die die Fakultät internationale Anerkennung erfährt.

Die Schwerpunkte sind:

- integrative Zellbiologie,
- Wechselwirkung von Licht mit komplexen molekularen Systemen und
- Materie unter extremen Bedingungen.

Diese Schwerpunkte sind durch Gruppenförderinstrumente ausgewiesen:

- Sonderforschungsbereich 590 „Inhärente und adaptive Differenzierungsprozesse“ (Sprecherhochschule);
- Sonderforschungsbereich 663 „Molekulare Antwort nach elektronischer Anregung“ (Sprecherhochschule);
- Transregio-Sonderforschungsbereich 1 „Endosymbiose: vom Prokaryoten zum eukaryotischen Organell“;
- Transregio-Sonderforschungsbereich 6 „Physik kolloidaler Dispersionen in äußeren Feldern“ (Sprecherhochschule);

- Transregio-Sonderforschungsbereich 12 „Symmetrien und Universalität in mesoskopischen Systemen“;
- Transregio-Sonderforschungsbereich 18 „Relativistische Laser-Plasma-Dynamik“ (Sprecherhochschule);
- Beteiligung am Sonderforschungsbereich 591 „Universelles Verhalten gleichgewichtsferner Plasmen“.

Die anwendungsbezogenen Profilbereiche sind:

- Biokatalyse/„weiße“ Biotechnologie;
- Strukturbiologie: Struktur, Dynamik und Funktion biologisch und medizinisch relevanter Proteine;
- Hybrid-Funktionsmaterialien;
- Gedächtnisforschung;
- Geometrie und Anwendung geometrischer Methoden.

Mitglieder der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät sind zudem signifikant an der programmgeförderten Forschung in der Medizinischen Fakultät beteiligt:

- Sonderforschungsbereich 575 „Experimentelle Hepatologie“;
- Sonderforschungsbereich 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“;
- Sonderforschungsbereich 728 „Umweltinduzierte Alterungsprozesse“;
- Graduiertenkolleg 1033 „Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Alterungsprävention“;
- Forschergruppe 729 „Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“;
- Forschergruppe 717 „Unrestricted somatic stem cells from umbilical cord blood“.

## Die Lehre

An der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät werden zurzeit 16 Studiengänge angeboten. Davon schließen neun mit dem Bachelor, sechs mit dem Master und einer mit dem Staatsexamen ab. Zwei dieser Studiengänge werden fakultätsübergreifend angeboten: die Wirtschaftschemie (mit der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät) und die Medizinische Physik (mit der Medizinischen Fakultät). In der näheren Zukunft soll der Bachelor-/Masterstudiengang „Biochemie“, der sehr gut angenommen worden ist, ausgebaut werden. In der Biologie gibt es konkrete Überlegungen, neue Masterstudiengänge für Biotechnologie und Strukturbiologie zu organisieren.

Darüber hinaus soll der wissenschaftliche Nachwuchs durch den Auf- und Ausbau einer strukturierten Doktorandenausbildung gefördert werden. Hierzu sind im Einzelnen folgende Maßnahmen bereits etabliert worden:

- Graduiertenschule „Interdisciplinary Graduate and Research Academy Düsseldorf, iGRAD“;
- NRW-Forschungsschule BioStruct (2008 bis 2013; gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich, der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität und dem Max-Planck-Institut Mülheim an der Ruhr);

- Graduiertenkolleg 1203 „Dynamik heißer Plasmen“ (gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich);
- Graduiertenkolleg 1150 „Homotopie und Cohomologie“ (gemeinsam mit den Universitäten Bonn und Bochum sowie dem Max-Planck-Institut für Mathematik Bonn);
- International Helmholtz Research School (IHRS) „Biosoft“ (gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich);
- internationales Graduiertenkolleg „The Dynamic Response of Plants to a Changing Environment“ (in Zusammenarbeit mit der Michigan State University, East Lansing, USA);
- Graduiertenschule „Molecules of Infection“;
- Aufbau eines MD-/PhD-Programms.

Der Lehrförderpreis der Universität ging in den Jahren 2008 (Univ.-Prof. Dr. Lutz Schmidt, Institut für Biochemie) und 2009 (Univ.-Prof. Dr. Marlis Hochbruck, Lehrstuhl für Angewandte Mathematik) jeweils an Mitglieder der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät.





# FRITZ GRUNEWALD

## Primzahlen und Kryptographie

Mathematik wird seit Jahrtausenden betrieben. Oft stehen Probleme, die aus Anwendungsbereichen kommen, im Mittelpunkt der Forschung. Die erzielten Resultate sind für unsere Zivilisation unverzichtbar. Hier sind insbesondere die Teilgebiete Numerik, Optimierung und Stochastik zu nennen. Schon die Bezeichnungen dieser Gebiete machen die Orientierung auf die Anwendungen, zum Beispiel in der Technik, in der Physik oder auch in der Medizin, deutlich. An der Heinrich-Heine-Universität gibt es in den Bereichen der angewandten Mathematik sehr starke Arbeitsgruppen. Diese sind mit anderen Fächern der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen und der Medizinischen Fakultät eng vernetzt. Über die Erfolge in der Anwendung dieser mathematischen Bereiche gäbe es in der Tat viel zu berichten. Dieser Artikel handelt jedoch von Anwendungen der Zahlentheorie, einem Gebiet der reinen Mathematik.

In der Zahlentheorie spielen Aspekte der Anwendbarkeit bei den wichtigen Entwicklungen zunächst kaum eine Rolle. Es handelt sich hier um ein Gebiet, das sich immer an traditionellen Grundlagenproblemen orientiert hat. Ein solches ist das Primzahl-Verteilungsproblem. Dieses wurde von dem 15-jährigen Carl Friedrich Gauß (1777–1855) am Ende des 18. Jahrhunderts formuliert. Im Kapitel „Die Vermutungen von Gauß und Riemann“ findet sich eine präzise Beschreibung der Vermutung von Carl Friedrich Gauß. Die damit verbundenen Fragestellungen sind bis heute ungelöst. Aber schon die Lösungsversuche haben zu zentralen, auch für Anwendungen wichtigen Entwicklungen geführt. Zum Beispiel ist die Theorie der komplexen Zahlen von Bernhard Riemann weitergetrieben worden, um Methoden zum Studium der Zeta-Funktionen zu entwickeln. Diese Funktionen sind von großer innermathematischer Relevanz insbesondere in der Zahlentheorie. Die Untersuchungsmethoden aber werden heute in den Standardvorlesungen für Ingenieure unterrichtet. Wie man sieht, generieren schwierige Probleme der reinen Mathematik Methoden, die große Ausstrahlungskraft haben.

Die Primzahlvermutung von Gauß ist logisch äquivalent zu einer Vermutung über die Lage der Nullstellen der Riemannschen Zeta-Funktion, siehe Kapitel „Die Vermutungen von Gauß und Riemann“. Diese wurde von Riemann, einem Studenten von Gauß, in der denkwürdigen Arbeit „Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Größe“ aus dem Jahr 1859 aufgestellt. Sie gilt heute als einer der wichtigsten unbewiesenen Sachverhalte der Mathematik. Als im Jahr 2000 sieben Probleme ausgewählt wurden, von denen die Mathematiker erwarten, dass sie im dritten Jahrtausend eine besondere Rolle spielen werden, war die Vermutung von Riemann eines davon.<sup>1</sup> Für die Lösung eines jeden dieser Probleme ist ein Preisgeld von einer Million US\$ ausgesetzt.

---

<sup>1</sup> Vgl. [http://www.claymath.org/millennium/\(11.11.2009\)](http://www.claymath.org/millennium/(11.11.2009)).

Die Zahlentheorie hat in den letzten 30 Jahren eine große Rolle bei der Entwicklung von Verschlüsselungssystemen gespielt. Das wichtigste von diesen so genannten Kryptosystemen findet sich im Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“. Insbesondere sind Methoden, mit denen man Primzahlen finden kann, wichtig geworden. Die dafür grundlegenden Techniken werden regelmäßig in den Vorlesungen an der Heinrich-Heine-Universität unterrichtet. Diese Veranstaltungen werden im Moment von mir und von Frau Univ.-Prof. Dr. Elena Klimenko gehalten. Um die Lehre an der Heinrich-Heine-Universität in diesem Bereich zu unterstützen, hat der Deutsche Akademische Austausch Dienst (DAAD) eine zweijährige Gastprofessur für Frau Klimenko eingerichtet.

Außerdem wird in Düsseldorf aktiv über Zeta-Funktionen geforscht. Manchmal spielen hier auch Verallgemeinerungen der von Riemann studierten Funktionen eine wichtige Rolle. Ich habe auf dem letzten internationalen Kongress der Mathematiker, der alle vier Jahre stattfindet, über die insbesondere an der Heinrich-Heine-Universität erzielten Fortschritte berichtet.<sup>2</sup>

Ich danke Daniel Appel, Rüdiger Braun, Elena Klimenko und Wilhelm Singhof für ihre Hilfe bei meiner Arbeit an diesem Manuskript.

## Die natürlichen Zahlen und die Primzahlen

Die natürlichen Zahlen  $1, 2, 3, \dots$  bilden den Zahlbereich, den wir als ersten in unserem Leben kennenlernen. Die Mathematik hat für ihn

$$\mathbb{N} = \{1, 2, 3, \dots\}$$

als Bezeichnung gewählt. Natürliche Zahlen messen Anzahlen. Man erhält alle, indem man ausgehend von der 1 neue Zahlen durch Addieren der 1 generiert, das heißt  $\mathbb{N} = \{1, 1 + 1, 1 + 1 + 1, \dots\}$ .

Natürliche Zahlen kann man nicht nur addieren, sondern auch multiplizieren. Wir sind aus der Schule mit diesen Operationen vertraut. Die Multiplikation natürlicher Zahlen führt zu einer wichtigen Relation zwischen Zahlen. Wir sagen: Die natürliche Zahl  $m$  teilt die Zahl  $n$ , falls es eine weitere Zahl  $k$  gibt, die die Eigenschaft

$$n = k \cdot m \tag{1}$$

hat. Zum Beispiel teilt 3 die Zahl 15, aber nicht die 19. Wir nennen die Zahlen  $k, m$  auch *Teiler* von  $n$ . Gilt die Gleichung (1) zwischen den Zahlen  $n, m, k$  und sind  $k, m$  beide nicht gleich 1, so ist  $n$  zerlegbar. Die Primzahlen sind die natürlichen Zahlen, die nicht zerlegbar sind. Präziser definieren wir:

**Definition 1.** *Eine natürliche Zahl ist eine Primzahl, falls sie nicht gleich 1 ist und falls sie außer 1 und sich selber keine weiteren Teiler besitzt.*

In Tabelle 1 sind die Primzahlen unter den Zahlen bis 108 fett gedruckt.

Ein erster, sehr erfolgreicher Versuch, die natürlichen Zahlen und die Primzahlen in mathematisch präziser Weise zu beschreiben, wurde von Euklid (circa 365–300 vor Christus) unternommen. Er schreibt mit seinem vielbändigen Werk *Die Elemente* das erfolgreichste

<sup>2</sup> Vgl. Grunewald und DuSautoy (2006).

1	<b>2</b>	<b>3</b>	4	<b>5</b>	6	<b>7</b>	8	9	10	<b>11</b>	12
<b>13</b>	14	15	16	<b>17</b>	18	<b>19</b>	20	21	22	<b>23</b>	24
25	26	27	28	<b>29</b>	30	<b>31</b>	32	33	34	35	36
<b>37</b>	38	39	40	<b>41</b>	42	<b>43</b>	44	45	46	<b>47</b>	48
49	50	51	52	<b>53</b>	54	55	56	57	58	<b>59</b>	60
<b>61</b>	62	63	64	65	66	<b>67</b>	68	69	70	<b>71</b>	72
<b>73</b>	74	75	76	77	78	<b>79</b>	80	81	82	<b>83</b>	84
85	86	87	88	<b>89</b>	90	91	92	93	94	95	96
<b>97</b>	98	99	100	<b>101</b>	102	<b>103</b>	104	105	106	<b>107</b>	108

Tab. 1: Die Primzahlen bis 108

$n$	Zerlegung	$n$	Zerlegung
2	2	11	11
3	3	12	$2 \cdot 2 \cdot 3$
4	$2 \cdot 2$	13	13
5	5	14	$2 \cdot 7$
6	$2 \cdot 3$	15	$3 \cdot 5$
7	7	16	$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$
8	$2 \cdot 2 \cdot 2$	17	17
9	$3 \cdot 3$	18	$2 \cdot 3 \cdot 3$
10	$2 \cdot 5$	19	19

Tab. 2: Zerlegungen

Mathematikbuch aller Zeiten. Noch heute haben große Teile davon wissenschaftliche Bedeutung. Die Kapitel VII bis IX enthalten die Arithmetik, das heißt die Theorie der Zahlen. Hier beschreibt Euklid einen axiomatischen Aufbau der natürlichen Zahlen. Ausgehend von allgemein einleuchtenden Eigenschaften der Zahlen führt Euklid mit genau eingegrenzten Schlussweisen Beweise. Als einen der ersten Sätze über natürliche Zahlen zeigt er in Buch VII der *Elemente*:

**Satz 1.** *Jede natürliche Zahl, die größer als 1 ist, ist entweder eine Primzahl oder wird von einer solchen geteilt.*

In einer von Gauß formulierten etwas moderneren Version zeigt man heutzutage in der Vorlesung:

**Satz 2** (Fundamentalsatz der Arithmetik). *Jede natürliche Zahl, die größer ist als 1, lässt sich (bis auf die Reihenfolge der Faktoren) eindeutig als Produkt von Primzahlen darstellen.*

In Tabelle 2 finden sich für einige kleine Zahlen die zugehörigen Produktdarstellungen. Diese multiplikative Schreibweise der Zahlen nennt man auch *Primfaktorzerlegung*. Die Primzahlen bilden somit die Bausteine, aus denen sich alle natürlichen Zahlen multiplikativ zusammensetzen.

Nach dem Beweis des Vorgängers (Satz 1) des Fundamentalsatzes der Arithmetik stellt Euklid sich die Frage, ob es wohl endlich viele oder unendlich viele Primzahlen gibt. Nach

den Daten in Tabelle 1 kann man vermuten, dass Letzteres der Fall sein wird. In der Tat beweist Euklid in Buch VIII der *Elemente*:

**Satz 3.** *Es gibt unendlich viele Primzahlen.*

Der Beweis von Satz 1 ist nicht sehr schwer. Interessanter ist der darauf aufbauende Beweis von Satz 3. Es handelt sich hier um den historisch ersten Fall eines Beweises durch Widerspruch. Das von Euklid beschriebene Argument verläuft folgendermaßen: Gibt es nur endlich viele Primzahlen, so können wir diese in einer Liste aufzählen. Seien also  $p_1 = 2, p_2 = 3, \dots, p_r$  alle Primzahlen. Wir setzen dann

$$N = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_r + 1. \quad (2)$$

Wir erhalten also die natürliche Zahl  $N$ , indem wir alle Primzahlen multiplizieren und zu dem Resultat die 1 addieren. Da  $N$  sicher größer als 2 ist, hat  $N$  also nach Satz 1 einen Primteiler, das heißt  $N$  wird von einer der Primzahlen  $p_1, p_2, \dots, p_r$  geteilt. Kann dies wirklich sein? Nehmen wir an, dass  $p_1$  ein Teiler von  $N$  ist, dann würde  $p_1$  auch ein Teiler von  $N - p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_r$  sein. Diese Zahl ist jedoch gleich 1 und wir können folgern, dass  $p_1$  die Zahl 1 teilt. Dies ist nicht möglich. Genauso kann man schließen, dass auch jede andere in der Primfaktorzerlegung vorkommende Primzahl die linke Seite und auch den ersten Summanden der rechten Seite der Gleichung (2) und damit auch die Zahl 1 teilt. Wir haben also die Annahme, dass es nur endlich viele Primzahlen gibt, zum Widerspruch geführt, und Satz 3 ist bewiesen.

## Probleme

In diesem Kapitel bespreche ich Probleme der Zahlentheorie, die seit langem studiert wurden und die durch das im Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“ beschriebene Verschlüsselungsverfahren eine zusätzliche Bedeutung erhielten.

Das erste Problem ist durch die letzten Jahrhunderte meistens in etwas unpräziser Form studiert worden. Es lautet

**Problem 1.** *Wie sind die Primzahlen verteilt?*

Man fragt grob gesprochen, ob die Primzahlen relativ selten oder doch häufiger in der Reihe der natürlichen Zahlen auftauchen. Diese Frage wurde von Gauß in seiner Primzahlvermutung in faszinierender Weise konkretisiert. Diese ist im Kapitel „Die Vermutungen von Gauß und Riemann“ diskutiert.

Die Verschlüsselungsmethode aus dem Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“ benutzt Primzahlen. Somit haben wir auch ein Interesse an der folgenden Frage.

**Problem 2.** *Wie findet man (große) Primzahlen?*

Man könnte daran denken, hier einfach große Zahlen aufzuschreiben und zu überprüfen, ob sie einen echten Teiler besitzen. Diese Methode funktioniert aber nur theoretisch, da sie sehr langsam ist. Wir werden also auf die folgende Frage geführt.

**Problem 3.** *Wie erkenne ich (schnell), ob eine Zahl eine Primzahl ist oder nicht?*

Eine Methode, oder wie man sagt ein Algorithmus, der entscheidet, ob eine Zahl  $n$  eine Primzahl ist oder nicht, nennt man einen Primzahltest. Die Güte eines solchen Tests wird durch die Anzahl der Rechenschritte gemessen, die er braucht, um diese Frage für ein  $n$

zu entscheiden. Die naive Methode (Ausprobieren aller möglichen Teiler) braucht ungefähr  $n$  Rechenschritte und ist damit sehr schlecht. Im Jahr 2002 wurde der so genannte AKS-Algorithmus<sup>3</sup> von drei indischen Mathematikern entdeckt. Das war eine große wissenschaftliche Sensation. Er braucht nur  $100 \log(n)^{11}$  Schritte für die Entscheidung, ob  $n$  eine Primzahl ist oder nicht. Hier ist  $\log(n)$  der natürliche Logarithmus von  $n$  (siehe Wikipedia). Er ist von der gleichen Größenordnung wie die Anzahl der Stellen von  $n$ , also sehr viel kleiner als  $n$ . Für eine 100-stellige Zahl benötigt der AKS-Algorithmus nur etwa  $10^{20}$  Rechenschritte, der naive Algorithmus hingegen braucht  $10^{100}$  Schritte. Das ist eine massive Ersparnis. Mit modernen Primzahltests kann man schon viele Primzahlen mit ungefähr 80 Stellen finden. Für größere Zahlen ist es nur in Ausnahmefällen gelungen, ihre Primalität nachzuweisen.

Hier möchte ich auch noch über die jahrhundertelange, und nach Satz 3 niemals endende, Jagd auf die größte Primzahl berichten. Die zeitliche Entwicklung des Weltrekords ist aus Tabelle 3 ersichtlich.

1500:	$2^{17} - 1 = 131071$
1770:	$2^{31} - 1 = 2147483647$
1952:	$2^{607} - 1 = 5311379928167670986895882065524686273295931177270319$ 23199444138200403559860852242739162502265229285668889329486246 50101534657933765270723940951997876658735194383127083539321903 1728127
1957	$2^{3217} - 1$ hat 969 Stellen
1990:	$2^{756839} - 1$ hat 227832 Stellen
2004:	$2^{24036583} - 1$ hat 7235733 Stellen
bestehender Weltrekord: $2^{43112609} - 1$ hat 12978189 Stellen	

Tab. 3: Weltrekorde: Die größten Primzahlen

Die Einträge in Tabelle 3 zeigen, dass wir keine Methode haben, um wirklich große Primzahlen zu finden. Mit dem Einsatz von Computern (etwa ab 1940) hat sich unser Wissen verbessert. Wie oben erwähnt, ist es mit heutigen Algorithmen möglich, eine große Menge von 80-stelligen Primzahlen zu finden. Bei Zahlen von spezieller Form, wie das bei den Zahlen in Tabelle 3 der Fall ist, können wir in noch höhere Bereiche vordringen.

Das letzte Problem, das ich hier nennen will, ist besonders für die zentrale Sicherheitsfrage des im Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“ diskutierten Verschlüsselungsverfahrens wichtig. Wir wissen schon aus dem Kapitel „Die natürlichen Zahlen und die Primzahlen“, dass sich jede natürliche Zahl, die größer ist als 1, als Produkt von Primzahlen darstellen lässt (Primfaktorzerlegung). Aber es bleibt die Frage:

**Problem 4.** *Wie berechne ich (schnell) die Primfaktorzerlegung einer natürlichen Zahl?*

Hat man die Primfaktorzerlegung einer natürlichen Zahl vorliegen, so sieht man, ob diese eine Primzahl ist oder nicht. Eine schnelle Lösung für Problem 4 zieht also eine Antwort auf die Frage in Problem 3 nach sich. Zurzeit wissen wir aber nicht, ob es einen schnellen Algorithmus gibt, der Problem 4 löst. Es gibt viele Zahlen von Interesse, von

<sup>3</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/AKS-Primzahltest>(11.11.2009).

denen wir wissen, dass sie keine Primzahlen sind, für die wir aber keinen Primteiler finden können. Im Kapitel „Rechnen modulo  $n$ “ findet sich ein (schneller) Algorithmus, der, ohne einen Teiler konkret zu finden, doch die Zerlegbarkeit von natürlichen Zahlen zeigen kann.

In diesem Zusammenhang ist die Geschichte der Zahl RSA704 interessant. Diese Zahl ist von der Firma RSA<sup>4</sup> (siehe auch Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“) generiert worden. Sie ist

$$\begin{aligned} RSA704 = & 74037563479561712828046796097429573142593188889231289084936 \\ & 23263897276503402826627689199641962511784399589433050212758 \\ & 53701189680982867331732731089309005525051168770632990723963 \\ & 80786710086096962537934650563796359 \end{aligned}$$

Diese Zahl hat 212 Dezimalstellen und ist das Produkt von zwei ungefähr 100-stelligen Primzahlen. Die Firma RSA hat vor einigen Jahren ein Preisgeld von 30.000 US\$ für die Faktorisierung von RSA704 ausgelobt. Die Aufgabe konnte bisher nicht gelöst werden.

Was veranlasste die Firma RSA zu der Auslobung von so viel Geld? Wie im Kapitel „Das RSA-Kryptosystem“ erläutert, verkauft RSA Verschlüsselungssysteme, deren Sicherheit darauf beruht, dass man Zahlen wie RSA704 nicht in vertretbarer Zeit faktorisieren kann. In einigen wenigen Fällen ist es gelungen, RSA-Zahlen mit riesigem Aufwand zu faktorisieren<sup>5</sup>. Aber es handelte sich jeweils um Zahlen, die viel kleiner als RSA704 waren. Seit kurzem hat RSA die Auslobung eingestellt, wohl im Vertrauen darauf, dass es keinen schnellen Algorithmus gibt, der Problem 4 löst. Aus mathematischer Sicht muss man aber sagen, dass wir nichts darüber wissen.

## Die Vermutungen von Gauß und Riemann

Wir wissen aus dem Kapitel „Die natürlichen Zahlen und die Primzahlen“, dass es unendlich viele Primzahlen gibt. Die Kette der Primzahlen wird also nie abbrechen. Aber wie sind sie verteilt? Kommen die Primzahlen in regelmäßigen Abständen oder sind sie dünn und unregelmäßig verteilt? Das Interesse an solchen Fragen begann um 1700. Eine präzise Formulierung des Problems wurde zum ersten Mal von Carl Friedrich Gauß gegeben. Er hatte sich, angeregt durch ein Mathematikbuch, das er als Geschenk erhalten hatte, schon als Schüler mit den Primzahlen beschäftigt. Im Alter von ungefähr 15 Jahren formuliert er die bis heute unbewiesene Primzahlvermutung.

Um diese zu verstehen, definieren wir die Funktion  $\pi$ , die Primzahlen zählt; in der Bezeichnungsweise von Gauß setzen wir

$$\pi(x) = \text{Anzahl der Primzahlen, die kleiner oder gleich } x \text{ sind.} \quad (3)$$

Aus Tabelle 1 finden wir leicht die Werte:

$$\pi(10) = 4, \quad \pi(20) = 8, \quad \pi(100) = 25.$$

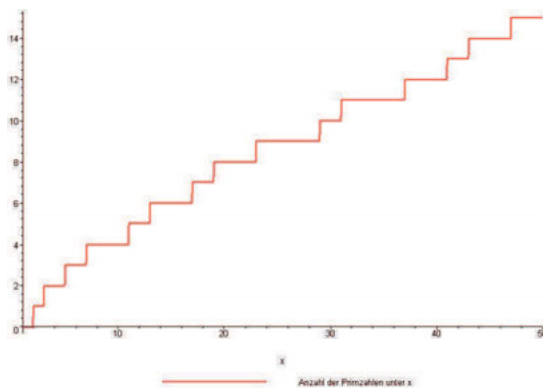
<sup>4</sup> Vgl. <http://www.rsa.com> (11.11.2009).

<sup>5</sup> Vgl. <http://www.heise.de/newsticker/meldung/RSA-576-geknackt-89907.html> (11.11.2009).



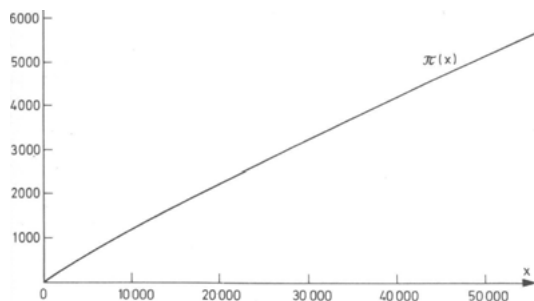
Abb. 1: Carl Friedrich Gauß (1777–1855)

Gauß hatte gerade in der Schule gelernt, dass man Funktionen versteht, indem man ihre Werte in ein Schaubild einträgt. Macht man das bis  $x = 50$ , so sieht man Abbildung 2.

Abb. 2: Der Graph von  $\pi$  bis  $x = 50$ 

Die Funktion  $\pi$  ist eine monoton steigende Treppenfunktion, deren Wert um 1 nach oben springt, wenn man mit  $x$  eine Primzahl passiert. Durch diese Sprungstellen ist der Verlauf des Graphen von  $\pi$  unstetig. Zeichnet man den Graphen von  $\pi$  bis  $x = 50000$ , so sieht man Abbildung 3.

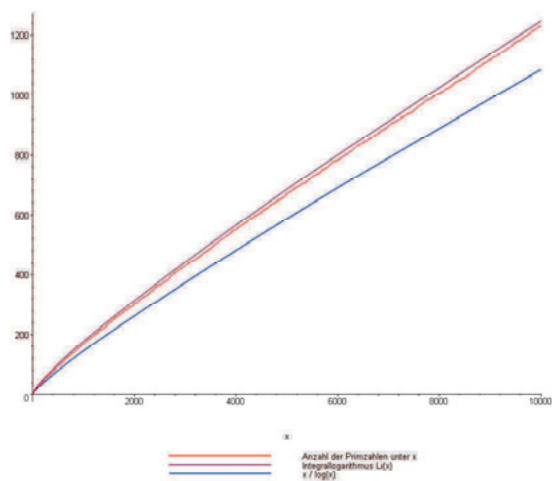
Gauß realisiert das wissenschaftliche Wunder, dem er hier gegenübersteht. Die Sprungstellen verschwimmen zu einem stetig oder sogar differenzierbar (glatt) aussehenden Graphen. Er fragt sich dann, ob er den Graphen einer bekannten Funktion in Abbildung 3 sieht.

Abb. 3: Der Graph von  $\pi$  bis  $x = 50000$ 

Um diese Frage auf der Basis größerer Datenmengen beurteilen zu können, bestimmt er in jeder freien Minute die Primzahlen in immer größeren Intervallen. Dabei entscheidet er schon als Schüler die Primalität von Zahlen mit großem Geschick. Er erkennt, dass Abbildung 3 die Funktion

$$G(x) = \frac{x}{\log(x)}$$

als gute Approximation für die Primzahlfunktion  $\pi(x)$  nahelegt. Die Übereinstimmung ist sehr gut. Gauß sieht die untere Kurve ( $G(x)$ ) als Annäherung für die mittlere Kurve ( $\pi(x)$ ) wie in Abbildung 4 gezeichnet.

Abb. 4: Approximationen an  $\pi(x)$ 

Er gibt sich aber mit diesem Resultat noch nicht zufrieden. Durch das Studium von ihm vorliegenden Logarithmentafeln erkennt er, dass der Integrallogarithmus  $\text{Li}(x)$  noch eine weit bessere Approximation an  $\pi(x)$  liefert als  $G(x)$ . Der Integrallogarithmus ist durch



die Formel

$$\text{Li}(x) = \int_2^x \frac{dt}{\log(t)}$$

definiert. Das heißt, der Wert  $\text{Li}(x)$  ist gleich dem Flächeninhalt zwischen der  $x$ -Achse und dem Graphen von  $1/\log(x)$  gemessen über das Intervall zwischen 2 und  $x$ . Diese, an die Definition des Logarithmus als Flächeninhalt zwischen der  $x$ -Achse und dem Graphen von  $1/x$  gemessen über das Intervall zwischen 1 und  $x$  erinnernde Definition ist in Abbildung 5 dargestellt.

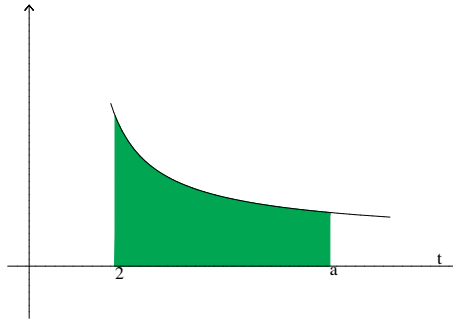


Abb. 5: Der Integrallogarithmus

Der Graph von  $\text{Li}(x)$  ist der obere Graph in Abbildung 4. Er zeigt eine verblüffende Übereinstimmung mit dem Graphen von  $\pi(x)$ .

Der Schüler Carl Friedrich Gauß formuliert nun seine Vermutung, für die er lebenslang Berechnungen von Anzahlen von Primzahlen ausführt. Die Primzahlverteilungsvermutung von Gauß lautet:

$$\pi(x) = \text{Li}(x) + \text{Fehler höchstens von der Größe } \sqrt{x} \cdot \log(x). \quad (4)$$

Es handelt sich hier um eine Approximation erster Güte der Sprungfunktion  $\pi(x)$  durch die glatte Funktion  $\text{Li}(x)$ . Um diese Übereinstimmung nochmals zu demonstrieren, habe ich die Funktionswerte in Tabelle 4 zusammengestellt.

$x$	$\pi(x)$	$x/\log(x)$	$\text{Li}(x)$
10	4	4	4
100	25	22	29
1000	168	145	176
10000	1229	1086	1245
100000	9592	8668	9629
1000000	78498	72382	78626
10000000	664579	620421	664917
100000000	5761455	5428681	5762208
$10^{12}$	37607912018	36191206825	37607950279

Tab. 4: Approximation von  $\pi(x)$  (gerundet)

Die Funktion  $\pi(x)$  ist für große  $x$  sehr schwer zu berechnen. Man muss ja von jeder natürlichen Zahl zwischen 1 und  $x$  entscheiden, ob sie eine Primzahl ist oder nicht. Die Funktion  $\text{Li}(x)$  ist hingegen ganz leicht zu berechnen. Man benutzt dazu einfache numerische Integrationsprogramme. Dies macht die Übereinstimmung in Tabelle 4 umso erstaunlicher.

Die Primzahlvermutung ist bis heute unbewiesen. Aber im Jahr 1896 wurde von Jacques Salomon Hadamard und Charles-Jean-Gustave-Nicolas de la Vallée-Poussin eine schwache Form dieser Vermutung gezeigt. Ihr Resultat lautet

$$\pi(x) \sim \frac{x}{\log(x)}. \quad (5)$$

Dabei bedeutet die Formelschreibweise  $f(x) \sim g(x)$  für Funktionen  $f, g$ , dass der Quotient  $f(x)/g(x)$  für  $x \rightarrow \infty$  gegen 1 konvergiert. Man beachte, dass (5) von der Vermutung (4) impliziert wird, aber doch wesentlich schwächer als diese ist.

Wir kommen jetzt zu dem Beitrag von Bernhard Riemann (1826–1866) zum Problem der Primzahlverteilung. Riemann war ein Student von Gauß in Göttingen. Mit zwei bahnbrechenden Arbeiten wurde er bei Gauß promoviert und habilitierte sich auch. Zu seiner Aufnahme in die Berliner Akademie der Wissenschaften reicht er die Arbeit „Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Größe“ ein. Diese Arbeit ist etwas skizzenhaft geschrieben, aber sie ist ein sehr wichtiger Beitrag zur Zahlentheorie und zur Analysis. Die erste Seite dieser bedeutenden Abhandlung ist in Abbildung 8 zu sehen.



Abb. 6: Bernhard Riemann (1826–1866)

In seiner Arbeit studiert Riemann die analytischen Eigenschaften der (Riemannschen) Zeta-Funktion  $\zeta(s)$ . Diese ist definiert durch die Reihe:

$$\zeta(s) = 1 + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{3^s} + \frac{1}{4^s} + \dots \quad (6)$$

Um diese Definition zu verstehen, muss man etwas über die komplexen Zahlen sagen. Diese bilden eine Zahlbereichserweiterung der reellen Zahlen, die nötig wurde, weil gewisse Gleichungen ( $x^2 = -1$ ) keine reellen Lösungen haben. Die Theorie der komplexen Zahlen und auch der zugehörigen Funktionen wurde erstmals von Gauß auf ein sicheres Fundament gestellt. Riemann hat sie mit dem Ziel des Studiums der Funktion  $\zeta(s)$  wesentlich weiterentwickelt. Die komplexen Zahlen werden mit

$$\mathbb{C} = \{ a + bi \mid a, b \text{ sind reelle Zahlen und } i^2 = -1 \}$$

bezeichnet, wir stellen sie uns wie in Abbildung 7 als Punkte der Ebene vor.

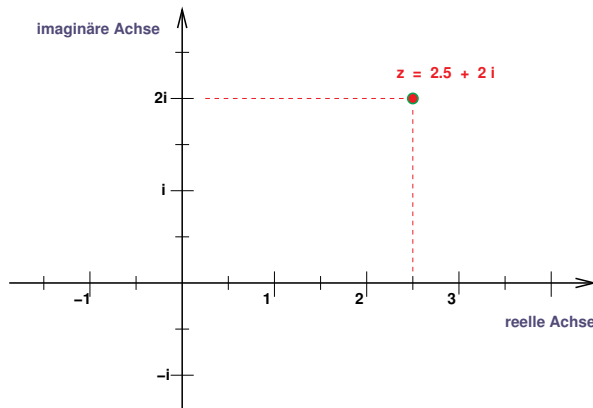


Abb. 7: Die komplexe Ebene

Die reellen Komponenten  $a$ ,  $b$  einer komplexen Zahl  $a + bi$  heißen Realteil ( $a$ ) und Imaginärteil ( $b$ ) der Zahl.

Um die Definition (6) der Zeta-Funktion zu verstehen, muss man als Erstes erklären, wie man eine positive reelle Zahl ( $1/2$ ,  $1/3$ , ...) mit einer komplexen Zahl  $s$  potenziert. Das wird durch Fortsetzung der bekannten reellen Definition möglich. Die unendliche Summe in (6) konvergiert für alle komplexen Zahlen  $s$  mit einem Realteil, der größer als 1 ist. Diese so in der entsprechenden Halbebene der komplexen Zahlen definierte Funktion hat sehr gute analytische Eigenschaften, sie ist zum Beispiel überall ableitbar. Riemann erhält in seiner Arbeit auch noch einen anderen Ausdruck für  $\zeta(s)$ , er zeigt

$$\zeta(s) = \frac{1}{1-2^{-s}} \cdot \frac{1}{1-3^{-s}} \cdot \frac{1}{1-5^{-s}} \cdot \dots, \quad (7)$$

wobei das Produkt über alle Primzahlen zu erstrecken ist. Hier zeigt sich ein erster enger analytischer Zusammenhang zwischen den natürlichen Zahlen und den Primzahlen. Man kann Gleichung (7) dazu benutzen, um noch einmal zu zeigen, dass es unendlich viele Primzahlen gibt. Außerdem impliziert diese Gleichheit, dass die Zeta-Funktion für keine komplexe Zahl  $s$ , die einen Realteil echt größer als 1 hat, den Wert 0 annimmt.

Ein wichtiger nächster Schritt ist die Fortsetzbarkeit der Zeta-Funktion. Diese ist von Riemann bewiesen worden. Sie besagt, dass die Zeta-Funktion eine eindeutig bestimmte

## Ueber die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grösse.

Bernhard Riemann

[Monatsberichte der Berliner Akademie, November 1859.]

Meinen Dank für die Auszeichnung, welche mir die Akademie durch die Aufnahme unter ihre Correspondenten hat zu Theil werden lassen, glaube ich am besten dadurch zu erkennen zu geben, dass ich von der hierdurch erhaltenen Erlaubniss baldigst Gebrauch mache durch Mittheilung einer Untersuchung über die Häufigkeit der Primzahlen; ein Gegenstand, welcher durch die Interesse, welches *Gauss* und *Dirichlet* demselben längere Zeit geschenkt haben, einer solchen Mittheilung vielleicht nicht ganz unwerth erscheint.

Bei dieser Untersuchung diente mir als Ausgangspunkt die von *Euler* gemachte Bemerkung, dass das Product

$$\prod \frac{1}{1 - \frac{1}{p^s}} = \sum \frac{1}{n^s},$$

wenn für  $p$  alle Primzahlen, für  $n$  alle ganzen Zahlen gesetzt werden. Die Function der complexen Veränderlichen  $s$ , welche durch diese beiden Ausdrücke, so lange sie convergiren, dargestellt wird, bezeichne ich durch  $\zeta(s)$ . Beide convergiren nur, so lange der reelle Theil von  $s$  grösser als 1 ist; es lässt sich indess leicht ein immer gültig bleibender Ausdruck der Function finden. Durch Anwendung der Gleichung

$$\int_0^{\infty} e^{-nx} x^{s-1} dx = \frac{\Pi(s-1)}{n^s}$$

erhält man zunächst

$$\Pi(s-1)\zeta(s) = \int_0^{\infty} \frac{x^{s-1} dx}{e^x - 1}.$$

Abb. 8: Manuskript von Riemann

differenzierbare Fortsetzung auf die komplexen Zahlen  $\mathbb{C}$  ohne die 1 besitzt. Wir können ab jetzt über die Werte der Zeta-Funktion in der ganzen komplexen Ebene (außer 1) reden.

Der Beweis des Primzahlsatzes (5) benutzt entscheidend, dass die Riemannsche Zeta-Funktion für kein komplexes  $s$  mit Realteil 1 den Wert 0 annimmt.

Bernhard Riemann stellt sich nun die Frage, wo die Nullstellen seiner Zeta-Funktion liegen. Er findet heraus, dass sich bei den negativen geraden Zahlen Nullstellen befinden. Diese nennt man heute die trivialen Nullstellen. Riemann zeigt auch, dass sonst nirgends außerhalb des Streifens zwischen den Geraden Realteil gleich 0 und Realteil gleich 1 (dieser heißt der kritische Streifen) Nullstellen liegen. Im kritischen Streifen gibt es unendlich viele Nullstellen. Einige davon sind in Abbildung 9 als fette Punkte zu sehen.

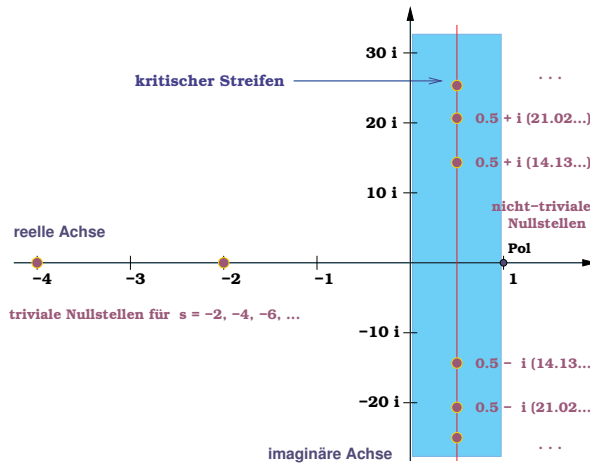


Abb. 9: Der kritische Streifen

Die Vermutung von von Riemann besagt:

*Alle Nullstellen im kritischen Streifen der Riemannschen Zeta-Funktion haben Realteil gleich  $1/2$ .*

Diese Vermutung ist bis heute nicht bewiesen. Sie gilt als eines der wichtigsten Probleme der Mathematik. Ein Grund dafür ist der folgende, von Riemann bewiesene

**Satz 4.** *Die Riemannsche Vermutung ist logisch äquivalent zur Vermutung von Carl Friedrich Gauß über die Primzahlverteilung (4).*

### Rechnen modulo $n$

In diesem Kapitel möchte ich das Rechnen in Zahlbereichen erläutern, die aus den natürlichen Zahlen in einfacher Weise abgeleitet werden. Das Rechnen in diesen neuen Bereichen wird für das im nächsten Kapitel geschilderte Verschlüsselungsverfahren wichtig werden.

Als Erstes erweitern wir die natürlichen Zahlen durch Hinzunahme der 0 und der negativen Zahlen zur Menge der ganzen Zahlen. Die mathematische Bezeichnung ist

$$\mathbb{Z} = \{ \dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots \}.$$

Ganze Zahlen kann man wieder addieren und multiplizieren. Im Unterschied zu natürlichen Zahlen kann man beliebige ganze Zahlen voneinander abziehen und erhält wieder eine ganze Zahl.

Sei  $n$  eine feste natürliche Zahl. Wir sagen, dass zwei ganze Zahlen  $a, b$  kongruent modulo  $n$  sind, falls ihre Differenz  $a - b$  durch die Zahl  $n$  teilbar ist. Wir schreiben dafür

$$a \equiv b \pmod{n}.$$

Zum Beispiel ist 17 kongruent zu 20, 26 und  $-4528$  modulo 3, hingegen ist 17 nicht kongruent zu  $-18$  modulo 3.

Die Theorie der Kongruenzen wurde von Gauß in seinem im Jahr 1801 veröffentlichten Werk *Disquisitiones Arithmeticae* entwickelt. Der Begriff der Kongruenz liefert interessante Einteilungen der ganzen Zahlen. Jede natürliche Zahl  $a$  ist kongruent modulo  $n$  zu einer eindeutig bestimmten Zahl in der Menge

$$\{0, 1, \dots, (n - 1)\}. \quad (8)$$

Diese Menge beinhaltet die Zahlen, die sich als Reste bei Division durch  $n$  ergeben können. Man kann dann diese Reste addieren oder auch multiplizieren und danach wieder zum zugehörigen Rest übergehen. Damit ist das Rechnen im Zahlbereich (8) definiert. Man sagt dann, dass man modulo  $n$  rechnet.

Zu beachten ist, dass jede Zahl  $a$  kongruent zu ihrem Rest bei Division durch  $n$  ist. Zum Beispiel ergibt sich bei Division von 17 durch 3 der Rest 2, und in der Tat gilt  $17 \equiv 2 \pmod{3}$ .

Als Beispiel für das Rechnen modulo 15 bestimme ich jetzt den Rest der Zahl  $2^{15}$  bei Division durch 15. Eine Möglichkeit, das zu tun, ist,  $2^{15} = 32768$  durch 15 mit Rest zu dividieren (wie man es in der Schule gelernt hat). Nach einer längeren Rechnung erhalten wir das Resultat  $2^{15} \equiv 8 \pmod{15}$ . Es gibt aber folgende, sehr viel einfachere Weise, dieses einzusehen. Wir rechnen einfach

$$2^{15} = 2^4 \cdot 2^4 \cdot 2^4 \cdot 2^3 \equiv 8 \pmod{15} \quad (9)$$

wobei wir  $2^4 = 16 \equiv 1 \pmod{15}$  benutzen.

Wie in diesem Beispiel angedeutet, gibt es im Allgemeinen ein sehr schnelles Verfahren, um  $a^e \pmod{n}$  für ganze Zahlen  $a$  auszuwerten. Über die Werte von  $a^e \pmod{n}$  gibt es noch ein bemerkenswertes generelles Resultat.

**Satz 5** (Kleiner Satz von Fermat). *Sei  $n$  eine Primzahl und  $a$  eine ganze Zahl. Dann gilt  $a^n \equiv a \pmod{n}$ .*

Mit diesem Ergebnis kann man manchmal schnell herausfinden, dass eine gegebene Zahl keine Primzahl ist. Zum Beispiel ergibt unsere Rechnung (9) zusammen mit Satz 5, dass 15 keine Primzahl ist. Das erscheint uns als offensichtliche Bemerkung, aber man beachte, dass wir zu diesem Resultat gelangt sind, ohne die Primfaktorzerlegung von 15 zu berechnen. Wie schon im Kapitel „Probleme“ erwähnt, ist die Berechnung der Primfaktorzerlegung einer Zahl schwieriger, als zu entscheiden, ob sie eine Primzahl ist oder nicht. Mit dem eben demonstrierten Test lässt sich nicht entscheiden, ob eine gegebene Zahl eine Primzahl ist oder nicht. Es gibt tatsächlich Zahlen, die diesen Test bestehen, aber dennoch keine Primzahlen sind. Solche Zahlen nennt man Carmichael-Zahlen.

## Das RSA-Kryptosystem

In diesem Kapitel schildere ich eine moderne Verschlüsselungsmethode, das RSA-Kryptosystem. Diese Methode wird heutzutage in der Praxis vielfach verwendet, von Banken, bei der Kommunikation von Privatpersonen und auch für militärische Zwecke. Bei meiner Darstellung werde ich insbesondere die Bezüge zu den im Kapitel „Probleme“ erläuterten zahlentheoretischen Problemen erklären.

Die Ausgangslage ist einfach: Person  $\mathcal{A}$  will an  $\mathcal{B}$  die Nachricht  $M$  schicken. Wir symbolisieren dies durch:

$$\mathcal{A} \xrightarrow{M} \mathcal{B}.$$

Bei dem Sendeprozess können die verwendeten Signale abgefangen werden. Um das Bekanntwerden der Nachricht  $M$  zu verhindern, verabreden  $\mathcal{A}$  und  $\mathcal{B}$ , die Nachricht  $M$  zu der Nachricht  $V(M)$  zu verschlüsseln. Aus  $V(M)$  soll  $M$  nur schwer erkennbar sein. Aber der Empfänger  $\mathcal{B}$  muss die Möglichkeit haben,  $M$  aus  $V(M)$  zu berechnen.

Klassische Verschlüsselungsmethoden beruhen darauf, dass  $\mathcal{A}$  und  $\mathcal{B}$  sowohl das Verfahren zur Verschlüsselung als auch das zur Entschlüsselung kennen. Beide Verfahren sind dann natürlich geheim zu halten. Die Enigma (griechisch für Rätsel) ist wohl die bekannteste Chiffriermaschine. Während des Zweiten Weltkrieges wurden mit ihr die meisten Funksprüche der deutschen Wehrmacht und Marine verschlüsselt und auch entschlüsselt. Dieser Code wurde schließlich immer wieder von britischen Mathematikern geknackt.

Bei dem RSA-Verfahren ist die Verschlüsselungsmethode öffentlich und kann von jedermann verwendet werden, die Entschlüsselungsmethode kennt aber nur  $\mathcal{B}$ . Das hat auch den Vorteil, dass viele  $\mathcal{A}$  ohne weitere Probleme mit  $\mathcal{B}$  kommunizieren können. Das RSA-Verfahren wurde 1977 von Ronald L. Rivest, Adi Shamir und Leonard Adleman am Massachusetts Institute of Technology entwickelt. Der Name RSA setzt sich aus den Anfangsbuchstaben ihrer Familiennamen zusammen. Es ist das erste in der Praxis wichtige so genannte asymmetrische Verschlüsselungsverfahren. Das RSA-Verfahren wurde 1983 zum Patent angemeldet. Am 21. September 2000 lief dieses Patent aus.

Um die Vorgehensweise von RSA zu schildern, nehmen wir an, dass  $M$  eine nicht zu große natürliche Zahl ist. Es gibt viele sehr schnelle Methoden, um geschriebene Texte in solche Zahlen zu verwandeln – natürlich so, dass der umgekehrte Prozess genauso schnell möglich ist. Im Folgenden ist die Vorgehensweise bei Verwendung von RSA beschrieben.

### Erzeugung des öffentlichen und privaten Schlüssels

Der öffentliche Schlüssel ist ein Zahlenpaar  $(e, N)$  und der private Schlüssel ein Zahlenpaar  $(d, N)$ , wobei  $N$  bei beiden Schlüsseln gleich ist. Wir verabreden noch, dass die Zahl  $M$ , die die Nachricht enthält, kleiner als  $N$  ist. Beide Schlüssel werden vom Empfänger  $\mathcal{B}$  in der folgenden Weise erzeugt:

Im ersten Schritt wählt  $\mathcal{B}$  zwei verschiedene Primzahlen  $p \neq q$  und berechnet dann die Produkte

$$N = p \cdot q, \quad E = (p - 1) \cdot (q - 1).$$

Um die obige Zusatzvoraussetzung ( $M$  ist kleiner als  $N$ ) zu garantieren, können die Primzahlen  $p, q$  natürlich nicht zu klein gewählt werden. Als nächstes wählt  $\mathcal{B}$  eine natürliche Zahl  $e$ , die zwischen 1 und  $E$  liegt (und nicht gleich 1 ist) und die teilerfremd zu  $e$  ist. Danach findet  $\mathcal{B}$  eine natürliche Zahl  $d$ , die ebenfalls zwischen 1 und  $E$  liegt und die

$$e \cdot d \equiv 1 \pmod{E}$$

erfüllt. Ein solches  $d$  gibt es immer, und es gibt sehr effiziente Verfahren, um  $d$  aus  $E$  und  $e$  zu berechnen. Die schnellste bekannte Methode beruht wieder auf Argumenten von

Euklid. Man verwendet den aus der Schule bekannten Euklidischen Algorithmus.<sup>6</sup> Nach der Berechnung von  $d$  ist die Erzeugung der Schlüssel abgeschlossen. Der öffentliche Schlüssel ist das Zahlenpaar  $(e, N)$  und der private Schlüssel das Zahlenpaar  $(d, N)$ . Die Zahlen  $p, q$  und  $E$  werden nicht mehr benötigt und sollten nach der Schlüsselerstellung auf sichere Weise gelöscht werden. Der öffentliche Schlüssel  $(e, N)$  wird von  $\mathcal{B}$  jetzt in der Tat veröffentlicht. Solche Informationen finden sich heutzutage im Internet, zum Beispiel auf den Webseiten von Banken.

### Verschlüsseln von Nachrichten

Nach unseren Verabredungen möchte  $\mathcal{A}$  die Zahl  $M$  an  $\mathcal{B}$  senden. Er, das heißt  $\mathcal{A}$ , verschafft sich den öffentlichen Schlüssel  $(e, N)$  und überprüft, ob  $N$  und  $M$  teilerfremd sind. Falls dies nicht der Fall ist, kauft  $\mathcal{A}$  einen neuen Schlüssel. Für die Überprüfung der Teilerfremdheit ist wieder der Euklidische Algorithmus das schnellstmögliche Verfahren. Danach berechnet  $\mathcal{A}$

$$V(M) \equiv M^e \pmod{N}.$$

Dies ist leicht möglich (wie wir in Rechnung (9) gesehen haben) und erzeugt aus der geheimen Zahl  $M$  die völlig neue Zahl  $V(M)$ . Diese neue Zahl schickt  $\mathcal{A}$  an  $\mathcal{B}$ .

### Entschlüsseln von Nachrichten

Der Empfänger  $\mathcal{B}$  erhält jetzt die Zahl  $V(M)$ . Wie kann er daraus die Nachricht  $M$  zurückerhalten? Er benutzt den nur ihm bekannten privaten Schlüssel  $(d, N)$ , um

$$K \equiv V(M)^d \pmod{N} \quad (10)$$

zu berechnen. Natürlich soll die so gewonnene Zahl  $K$  wieder zwischen 1 und  $N$  liegen. Wir verwenden nun folgenden, in Analogie zu Satz 5 stehenden Sachverhalt.

**Satz 6.** *Seien  $p, q$  Primzahlen und  $N = p \cdot q$ ,  $E = (p-1)(q-1)$ . Seien  $e, d$  natürliche Zahlen, die  $ed \equiv 1 \pmod{E}$  erfüllen. Sei weiter  $M$  eine zu  $N$  teilerfremde Zahl, die zwischen 1 und  $N$  liegt. Wähle die ganze Zahl  $V(M)$  so, dass sie  $V(M) \equiv M^e \pmod{N}$  erfüllt, und die natürliche Zahl  $K$  zwischen 1 und  $N$  so, dass sie  $K \equiv V(M)^d \pmod{N}$  erfüllt. Dann gilt  $K = M$ .*

Somit hat  $\mathcal{B}$  die Nachricht  $M$  aus  $V(M)$  durch die Rechnung (10) zurückgewonnen.

Bevor ich die Probleme des eben beschriebenen RSA-Verfahrens bespreche, möchte ich ein einfaches Beispiel angeben, anhand dessen man das Vorgehen bei der RSA-Verschlüsselung leicht verfolgen kann.

### Ein Beispiel

Die Nachricht:  $M = 72$   
 Wahl der Primzahlen:  $p = 11$  und  $q = 29$   
 Die Zahlen  $N, E$ :  $N = 319, E = 280$   
 Der öffentliche Schlüssel:  $(33, 319)$   
 Der private Schlüssel:  $(17, 319)$

<sup>6</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Euklidischer\\_Algorithmus](http://de.wikipedia.org/wiki/Euklidischer_Algorithmus) (11.11.2009).



Als Erstes muss jetzt  $\mathcal{A}$  die Zahl  $72^{33} \bmod 319$  berechnet werden. Dazu braucht man die große Zahl  $72^{33}$  nicht zu kennen. Man rechnet einfach konsequent modulo 319:

$$72^2 \equiv 80, \quad 72^4 \equiv (72^2)^2 \equiv 80^2 \equiv 20, \quad 72^8 \equiv 81, \quad \bmod 319,$$

$$72^{16} \equiv 181, \quad 72^{32} \equiv 223, \quad 72^{33} \equiv 106 \bmod 319.$$

Die verschlüsselte Nachricht ist also  $V(M) = 106$ . Nach Erhalt muss  $\mathcal{B}$  die Zahl  $106^{17} \bmod 319$  berechnen. In der Tat erhält er  $106^{17} \equiv 72 \bmod 319$ .

## Probleme

Nun zu zwei wichtigen Problemen, die mit dem RSA-Kryptosystem verknüpft sind.

**Problem 5.** *Woher hat  $\mathcal{B}$  die Primzahlen?*

Wie im Kapitel „Probleme“ weiter oben geschildert, gibt es heutzutage schnelle Algorithmen zur Primzahlerkennung. Da aber, aus Sicherheitsgründen, für die Verschlüsselung 50- bis 60-stellige Zahlen verwendet werden müssen, ist es doch nicht einfach, genügend viele davon zu generieren. Diesem Bedarf folgend gibt es Firmen, wie zum Beispiel RSA<sup>7</sup>, die Primzahlen der entsprechenden Größe verkaufen.

Die wichtigste Frage ist natürlich:

**Problem 6.** *Wie sicher ist das RSA-Verfahren?*

Hier muss man sagen: Wir wissen es nicht. Verfolgt man die Schritte des RSA-Verfahrens, wie ich es oben geschildert habe, so liegt das zentrale Sicherheitsproblem in der Zahl  $N$ , die Teil des öffentlichen Schlüssels ist. Diese Zahl ist Produkt der von  $\mathcal{B}$  gewählten Primzahlen  $p$ ,  $q$ , das heißt  $N = p \cdot q$ . Wäre es möglich, die Primfaktorzerlegung von  $N$  in vertretbarer Zeit zu berechnen, wäre der Code geknackt. Das führt uns zurück zu Problem 4. Wir kennen im Moment keine Lösung dieses Problems, wir wissen noch nicht einmal, ob es eine Lösung dafür gibt.

## Literatur

GRUNEWALD, F. und M. DUSAUTOY (2006). „Zeta-Functions for groups and rings“, *Proceedings of the ICM (Madrid)*. Zürich, Bd. II., 131–149.

---

<sup>7</sup> Vgl. <http://www.rsa.com> (11.11.2009).



## WILLIAM MARTIN

# Hydrothermalquellen und der Ursprung des Lebens<sup>1</sup>

### Einleitung

An Tiefsee-Hydrothermalquellen gedeihen ganze Ökosysteme in völliger Finsternis. Am Anfang ihrer Nahrungskette steht nicht die Sonne, sondern chemische Energieträger wie molekularer Wasserstoff, die aus dem Erdinneren strömen. Seit ihrer Entdeckung vor 30 Jahren werden Hydrothermalquellen im Zusammenhang mit dem Ursprung des Lebens diskutiert, weil die Erde dort chemische Energie spendet. Die chemischen Bedingungen dort sind also für die Umwandlung von CO<sub>2</sub> in organische Substanzen – die Bausteine des Lebens – förderlich. Manche Hydrothermalquellen bilden sogar Methan aus CO<sub>2</sub> auf rein geochemischem Wege. Dabei muss keine Sonnenenergie in chemische Energie umgewandelt werden, weil die chemische Energie in Form von H<sub>2</sub> bereits da ist, direkt von der Erde geliefert. Stand eine solche Chemie auch am Anfang des Lebens?

Wir können getrost davon ausgehen, dass das Leben aus unbelebter Materie entstanden ist. Wissenschaftliche Theorien für den Ursprung des Lebens müssen daher tragbare und überprüfbare Hypothesen unterbreiten, woher die reduzierten Kohlenstoffverbindungen stammen, aus denen sich das Leben entwickelte, aber auch, woher die erforderliche Energie dafür stammte. Beim Thema „Ursprung des Lebens“ denken die meisten Menschen sofort an eine Art „Ursuppe“. Heute ist der Begriff „Ursuppentheorie“ im Volksmund genauso weit verbreitet wie Darwins Evolutionstheorie. Aber es gibt einen entscheidenden Unterschied: Während die Evolutionstheorie nach 150 Jahren in allen wesentlichen Aspekten richtig ist, ist die Ursuppentheorie nach circa 80 Jahren in allen wesentlichen Aspekten überholt. Bevor wir uns den Hydrothermalquellen zuwenden, ist es daher sinnvoll, die Ursuppentheorie kurz zu beleuchten und die generellen Gründe anzuführen, weshalb wir uns von ihr verabschieden müssen. Danach wird dann deutlich, welche chemischen Eigenschaften von Hydrothermalquellen in der Diskussion um den Ursprung des Lebens interessant sind.

### Am Anfang weder Ursuppentheorie noch Gärung

Die Vorstellung, das Leben sei aus einer präbiotischen Ursuppe entstanden, die die Ur-Erde bedeckte, geht etwa auf die Zeit nach der Oktoberrevolution und den russischen Chemiker Alexander Oparin sowie den britischen Evolutionsbiologen J. B. S. Haldane zurück.

---

<sup>1</sup> Der vorliegende Text ist über weite Strecken mit dem Beitrag „Alles hat einen Anfang, auch die Evolution: Hydrothermalquellen und der Ursprung des Lebens“ des Autors in *Biologie in Unserer Zeit* 39, 166–174 (2009) identisch. Der Autor und die Redaktion des *Jahrbuchs der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* danken der Abteilung Copyright & Licensing, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstraße 12, 69469 Weinheim, für ihre freundliche Erlaubnis, die betreffenden Passagen hier erneut verwenden zu dürfen.

Im Wesentlichen besagt die Ursuppentheorie, dass auf der frühen Erde durch die Einwirkung von ultravioletter Strahlung auf  $\text{CO}_2$ , Ammoniak und Wasser die ersten organischen Verbindungen entstanden. Mangels Lebewesen, die diese organischen Moleküle als Nahrung hätten abbauen können, reicherten sie sich zu einem ozeanischen Gemisch etwa der Konzentration einer dünnen Brühe an. In dieser entstanden dann die ersten Makromoleküle, später dann die ersten Zellen, die mittels Fermentation das Gemisch verzehrten. Als die Ursuppe aufgebraucht war, wurde die Photosynthese gefordert, die Nutzung der Sonnenenergie für die Bildung von Zuckern aus  $\text{CO}_2$ , und so hat alles angefangen.<sup>2</sup>

Mit einem sehr berühmten Experiment zu diesem Thema im Jahr 1953 zeigte Stanley Miller,<sup>3</sup> dass aus einem Gemisch von Methan, Ammoniak und Wasserstoff (so hat man sich damals die Uratmosphäre vorgestellt) unter simulierter Blitzeinwirkung einfache organische Moleküle, aber auch wichtige Grundbausteine des Lebens, entstehen können. So fand er unter anderem Blausäure (HCN), Aldehyde, einfache Aminosäuren, Öl und Teer unter den Reaktionsprodukten. Spätere Versuche diese Art führten zur Synthese von weiteren Aminosäuren und Nukleinsäure-Bausteinen wie Adenin und Guanin.

Dass Millers erster Versuch zur Synthese einer Ursuppe im Labor prompt gelang, war sensationell. Aber damit diese Bausteine zur weiteren Kondensation und Polymerisierung in Richtung biologischer Makromoleküle weiterreagierten, war ein Mechanismus erforderlich, mit dem sie einkonzentriert werden konnten. Man dachte an austrocknende Gezeitenzonen, Adsorption an Tonerden, die Konzentration im Eis durch eutektische Gemische, riesige Ölteppiche und so weiter. So hat sich im Laufe der Zeit eine Vorstellung verbreitet, wonach die Ursuppentheorie von Oparin und Haldane anhand von Millers Versuch grundsätzlich richtig sei; lediglich bei den Details gebe es Erklärungsbedarf.

Haldanes achtseitiger Aufsatz ist sehr empfehlenswert und bleibt eine Glanzleistung der logischen Ableitung. Bedingt durch den damaligen Stand des Wissens waren jedoch einige seiner Prämissen unwahr. Aus heutiger Sicht gibt es ein unüberwindliches Problem mit der Ursuppentheorie, das man in einem Gedankenexperiment verdeutlichen kann: Wir nehmen Dosen voller Ursuppe. Dienlich dabei wäre eine Hühnerbrühe, kräftige Gulaschsuppe oder besser noch eine Lösung aus frisch homogenisierten Bakterien, deren Zellstruktur komplett zerlegt wurde (darin befinden sich alle chemischen Bausteine, aus denen das Leben besteht). Wir verschließen die Dosen steril. Sie enthalten ohne alle Moleküle, die für das Leben erforderlich sind. Wir stellen die Dosen bei beliebiger Temperatur hin und warten beliebig lang. Wir entnehmen in Abständen Proben, um zu sehen, ob darin neues Leben entstanden ist. Es ist aus heutiger Sicht intuitiv verständlich, dass sich in diesen Dosen voller perfekter Ursuppe unter gar keinen Umständen neues Leben bilden wird. Schwieriger wird es jedoch mit der Frage, warum dort kein neues Leben entsteht. Der Grund ist, dass sich der Kohlenstoff, der Stickstoff, der Sauerstoff und der Wasserstoff, aus denen unsere Ursuppe besteht, im chemischen Gleichgewicht befinden; das heißt, der chemische Inhalt dieser Dosen voller Ursuppe hat schon reagiert, er hat kein chemisches Potenzial, um weiterzureagieren, weil er sich im – oder sehr nah am – Gleichgewicht befindet.

Lebende Systeme befinden sich stets weitab vom Gleichgewicht. Alle Lebensformen müssen sich ständig ernähren, ihren Stoffwechsel „anfeuern“, um ihre bioenergetische Hauptreaktion aufrechtzuerhalten und sich somit vom chemischen Gleichgewicht fernzu-

---

<sup>2</sup> Vgl. Haldane (1929).

<sup>3</sup> Vgl. Miller (1953).

halten. Man kann die Dosen auch gern mit Blitzeinschlag behandeln, um etwas gegen den Gleichgewichtszustand zu unternehmen, aber die Situation bessert sich nicht: Bei Blitzeinwirkung erhöht sich die Temperatur des Doseninhalts binnen Bruchteilen einer Sekunde auf Temperaturen, die Sand zu Glas verschmelzen lassen, und die organischen Substanzen verwandeln sich dabei nicht in Leben, sondern in  $\text{CO}_2$ .

Das Leben ist eine chemische Reaktion, eine überaus komplizierte, aber letztendlich eine chemischen Reaktion, bei der Energie stufenweise frei wird. Bei allen Lebensformen gibt es eine zentrale Hauptreaktion im Stoffwechsel, aus der die Energie für das Leben gewonnen wird. Beim Menschen ist die Hauptreaktion die Verbrennung von Zuckern in unseren Mitochondrien, den Kraftwerken unserer Zellen. Daraus gewinnen wir unsere Energie für die Muskularbeit, die Denkarbeit und die Körperwärme. Bei allen Lebensformen, ohne Ausnahme, gibt es eine solche Hauptreaktion, die als energetische Triebfeder für alle anderen Lebensvorgänge dient. Bei Pflanzen ist es die Photosynthese. Bei der Gärung von fermentierenden Zellen wie Hefe ist die Hauptreaktion die Zerlegung von Zucker in  $\text{CO}_2$  und Ethanol – eine Disproportionierungsreaktion, wobei der Kohlenstoff im Zucker in einen höheren und einen niedrigeren Oxidationszustand versetzt wird. Bei der Gärung wird auch Energie frei (die Sonnenenergie, die im Zucker gespeichert ist), und so kann das Leben voranschreiten, zum Beispiel bei der Erzeugung von Wein. Meistens ist es so, dass aus der physiologischen Hauptreaktion zugleich die wichtigsten Grundbausteine für Biosynthesen im Stoffwechsel bereitgestellt werden.

Vor rund 25 Jahren nahm man an, die ursprüngliche Form der Energiegewinnung sei die Gärung. Mit anderen Worten: Das Leben soll gemäß Oparin und Haldane mit einer Fermentation angefangen haben. Auch diese Vorstellung ist heute noch sehr weit verbreitet. Aber genau wie die Ursuppentheorie ist auch diese Vorstellung untauglich. Warum? Wenn man Gärung als energetische Urreaktion am Anfang des Lebens diskutiert, so muss man auch fragen: „Und woher kam der Zucker?“, und auf diese Frage gibt es keine befriedigende wissenschaftliche Antwort.

Die Geologen, die sich heute mit der Ur-Erde befassen, sagen uns, dass die Meere anfangs (vor circa vier Milliarden Jahren) etwa zehn Kilometer tief waren. Es gab gar keine Landmasse, auf der sich ein „warmer Tümpel“, wie es Darwin einst formulierte, hätte bilden können, es gab ständig Kometen- und Meteoriteneinschläge, es gab keinen Sauerstoff zum Atmen. Es gab auch keinen „Zuckerberg“, von dem sich Fermentierer hätten ernähren können. Die Ur-Erde war aus unserer heutigen Sicht ein sehr unangenehmer Ort, völlig ungeeignet für das Leben, so wie wir es aus unserer alltäglichen Erfahrung kennen. Der springende Punkt dabei ist „unsere alltägliche Erfahrung“, weil es durchaus viele heutige Lebensformen gibt, die sich auf einer solchen Ur-Erde rundum wohlgefühlt hätten, und sie hätten sogar ein sprudelndes Überangebot an Nährstoffen gehabt, weil ihre Nährstoffe sehr einfache chemische Verbindungen sind:  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}_2$ , die es auf der Ur-Erde nach dem heutigem Stand des Wissens reichlich gab.<sup>4</sup> Diese Lebensformen heißen Chemolithoautotrophe.

Sowohl bei den Archaeobakterien als auch bei den Eubakterien gibt es solche Organismen, die bei ihrer Hauptreaktion während der Energiegewinnung  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}_2$  als Substrat benutzen. Methanogene (Archaeobakterien) bilden daraus Methan,<sup>5</sup> Acetogene (Eubakte-

---

<sup>4</sup> Vgl. Russell (2006).

<sup>5</sup> Vgl. Thauer *et al.* (2008).

rien) bilden daraus Essigsäure.<sup>6</sup> Weder Methanogene noch Acetogene sind Fermentierer. Stattdessen benutzen sie einen fast universellen Mechanismus der Energiegewinnung, die Chemiosmose. So bezeichnet man den Aufbau und die Nutzung von Ionengradienten zur Gewinnung chemisch nutzbarer Energie in der Form von Adenosintriphosphat (ATP; siehe nächstes Kapitel). Die Frage nach der Energieumwandlung einer Zelle ist entscheidend beim Ursprung des Lebens, weil in der Energieumwandlung ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Lebendigen und dem Nichtlebendigen besteht.

## Chemiosmose

Heute ist ATP die universelle Währung chemischer Energie unter allen Lebensformen. Es gibt nur zwei Grundmechanismen zur Synthese von ATP zwecks Gewinnung (genauer gesagt, Speicherung) von chemischer Energie zur Deckung des zellulären Energiehaushalts: Substratstufenphosphorylierung und Chemiosmose.

Unter Substratstufenphosphorylierung versteht man die direkte enzymatische Phosphorylierung von Adenosindiphosphat (ADP) durch die Überführung eines energiereichen Substrats in ein energieärmeres Reaktionsprodukt. Ein Teil der frei werdenden Energie aus der Reaktion bleibt in der chemisch nutzbaren Währung von ATP gespeichert. Das klassische Beispiel für Substratstufenphosphorylierung findet man in der Glykolyse. Bei der Oxidation von D-Glycerinaldehyd-3-Phosphat wird in einer phosphatabhängigen enzymatischen Reaktion 1,3-Bisphospho-D-Glycerat gebildet, dessen Phosphatgruppe an C1 über eine energiereiche Anhydridbindung mit dem Säurerest des Glycerats verknüpft ist. Im nächsten enzymatischen Schritt wird jener „aktivierte“ Phosphatrest auf ADP übertragen, um ATP zu bilden, und 3-Phospho-D-Glycerat wird freigesetzt. Es gibt viele enzymatische Variationen der Substratstufenphosphorylierung, aber das Prinzip bleibt gleich: Die in einer energiereichen Bindung eines Substratmoleküls vorhandene chemische Energie wird durch ein Enzym direkt genutzt, um ATP als Endprodukt der katalysierten Reaktion zu bilden.

Der andere Mechanismus zur Konservierung von Energie in der Form von ATP heißt Chemiosmose, so benannt im Jahr 1961 durch seinen Entdecker Peter Mitchell.<sup>7</sup> Unter Chemiosmose versteht man den Aufbau eines Gradienten von Protonen (gegebenenfalls auch anderer Ionen, zum Beispiel  $\text{Na}^+$ ) über die Zytoplasmamembran und die Nutzung der in jenem Gradienten gespeicherten Energie zur Phosphorylierung von ADP zu ATP. Der Protonengradient kann entweder mit Hilfe des Lichts (Fototrophie) oder durch die Kopplung einer Elektronenübertragung vom Donor zum Akzeptor (eine Redoxreaktion, Chemotrophie) mit dem Pumpen von Protonen erfolgen.

Bei der Redoxreaktion werden Elektronen von einem Elektronen-Donor zu einem Elektronen-Akzeptor meist über einige Stationen geleitet. Dies geschieht mit der Hilfe von Membranproteinen so, dass Protonen aus dem Inneren der Zelle hinausgepumpt werden; der Elektronentransport und das Pumpen von Protonen sind gekoppelt. Der so aufgebaute Gradient stellt eine Ladungstrennung und zugleich potenzielle Energie dar, der vom Prinzip her genauso genutzt wird wie das Wasser in einem Staudamm. Wie das Wasser in einem Staudamm talabwärts abfließen „will“, so „wollen“ die aufgestauten Protonen zurück in

---

<sup>6</sup> Vgl. Ragsdale und Pierce (2008).

<sup>7</sup> Vgl. Mitchell (1961).

das Zytoplasma fließen. Der Wiedereintritt der Protonen in die Zelle erfolgt nicht wahllos, sondern durch ganz bestimmte Proteine – ATP-Synthasen oder Kopplungsfaktoren genannt –, die erstaunlich ähnlich wie die Turbinen in einem Wasserkraftwerk arbeiten. Der Flux von wiedereintretenden Protonen bringt das Herzstück der ATP-Synthase zum Rotieren (wörtlich, es dreht sich wie der Propeller einer Turbine). Diese Rotationsenergie wird auf einen anderen Bestandteil der ATP-Synthase übertragen, der die energiereiche Bindung zwischen ADP und Phosphat knüpft, um das ATP zu bilden.

Bei Fermentierern ist die Substratstufenphosphorylierung der einzige Weg zur Nettosynthese von ATP. Obwohl die Fermentation als Weg der Energiegewinnung allgemein besser bekannt ist, vermutlich weil sehr viel einfacher zu erklären, ist sie eigentlich eher die Ausnahme, wenn man das volle Spektrum der bekannten Organismen veranschaulicht. Betrachtet man alle Lebewesen, ist Chemiosmose die Norm. Und weil alle Fermentierer von Primärproduzenten wie Pflanzen, Algen oder CO<sub>2</sub>-fixierenden Prokaryoten abhängig sind, die letztendlich alle Substrate zur Fermentation liefern, können die ersten Organismen eigentlich kaum Fermentierer gewesen sein. Anders ausgedrückt: Die Fermentierer können erst entstanden sein, als Autotrophe bereits etwas zu fermentieren gebildet hatten; und alle Autotrophe nutzen das Prinzip der Chemiosmose. Mit der Ursuppentheorie stimmt also einiges nicht. Und was sind die Alternativen?

## Zwei Typen von Hydrothermalquellen

Hydrothermalquellen bieten in vielerlei Hinsicht eine konzeptionelle Alternative zur Ursuppe. Sie katalysieren sogar chemische Reaktionen, die auffällige Ähnlichkeiten mit den bioenergetischen Hauptreaktionen mancher Mikroorganismen zeigen. Die zuerst entdeckten Hydrothermalquellen wurden als „schwarze Raucher“ (englisch: *black smokers*) bezeichnet. Sie beherbergten hochdiversifizierte Ökosysteme, deren Energiequelle größtenteils vom Vulkanismus am Meeresboden stammt. Ihre Schloten führten 360 °C heißes Wasser und ihre Sulfidschornsteine boten das Bild eines Urhabitats auf der frühen Erde, mit reaktiven Gasen, gelösten Übergangsmetallen und thermischen sowie chemischen Gradienten. Bald nach ihrer Entdeckung wurden sie vom amerikanischen Biologen John Baross konkret in Zusammenhang mit dem Ursprung des Lebens diskutiert,<sup>8</sup> weil diese Systeme geochemisch äußerst reaktive Bedingungen bieten – eine wichtige Voraussetzung für präbiotische Synthesen.

Anhänger der Ursuppentheorie blieben aber extrem skeptisch, dass Hydrothermalsysteme für den Ursprung des Lebens überhaupt relevant sein könnten.<sup>9</sup> Immerhin ist das Wasser an der Austrittsstelle von schwarzen Rauchern bis zu 400 °C heiß, während der Temperaturrekord für mikrobielles Wachstum „nur“ bei 121 °C liegt. Erst im Jahr 2000 wurde von Deborah Kelley und ihren Kollegen jedoch ein völlig neuer Typ von Tiefsee-Hydrothermalquellen entdeckt, dessen austretendes Wasser eine Temperatur von circa 40 bis 90 °C besitzt.<sup>10</sup> Der erste Vertreter dieser Klasse wurde „Lost City“ genannt. Systeme wie Lost City haben sehr günstige Eigenschaften, wenn es um den Ursprung des Lebens geht. Die Hydrothermalsysteme vom Typ schwarzer Raucher und vom Typ Lost City sind geochemisch sehr verschieden, wie der nachfolgende Kurzvergleich zeigt.

<sup>8</sup> Vgl. Baross und Hoffman (1985).

<sup>9</sup> Vgl. Bada und Lazcano (2002).

<sup>10</sup> Vgl. Kelley *et al.* (2001).

## Schwarze Raucher

Die bisher bekannten schwarzen Raucher liegen in der Regel direkt über den Spreizungszonen am mittelozeanischen Rücken. Dort, wo die Kontinente auseinanderdriften, befindet sich circa ein bis drei Kilometer unterhalb des Meeresbodens eine Magmakammer. Die Schlote der schwarzen Raucher führen extrem heißes (bis zu circa 400 °C), chemisch modifiziertes Meerwasser, das durch die Erdkruste zirkuliert.<sup>11</sup> Durch Risse im Meeresboden in der Nähe der Spreizungszone steigt kaltes Meerwasser kilometerweit in die Kruste hinab, wo es in unmittelbare Nähe der Magmakammer (circa 800 bis 1.200 °C) gelangt. Das erhitzte Wasser steigt dann in einem Konvektionsstrom auf und tritt am schwarzen Raucher wieder ins Meer ein. Das austretende Wasser an schwarzen Rauchern ist typischerweise sehr sauer (pH 2–3) und führt große Mengen gelöster Metallionen wie Fe(II) and Mn(II) sowie Wasserstoff ( $\text{H}_2$ : 0,1–50 mmol·kg<sup>-1</sup>). Das Hydrothermalwasser fließt in unmittelbarer Nähe der Magmakammer, daher sind hohe Konzentrationen von Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ : 4–215 mmol·kg<sup>-1</sup>) und Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ : 3–110 mmol·kg<sup>-1</sup>) üblich. Auch unterschiedliche Mengen an Methan ( $\text{CH}_4$ : 0,05–4,5 mmol·kg<sup>-1</sup>) noch ungeklärten Ursprungs werden im Wasser von schwarzen Rauchern gefunden. Die gelösten Gase ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) bilden die Lebensgrundlage für mikrobielle Gemeinschaften, die am Anfang der Nahrungskette der Ökosysteme in der Nähe der schwarzen Raucher stehen.<sup>12</sup> Man kennt auch fossile schwarze Raucher, die bis zu 3,2 Milliarden Jahre alt sind.

## Lost City

Ein sehr wichtiger Unterschied zwischen dem Lost-City-System und den schwarzen Rauchern ist, dass Lost City einige Kilometer von der Spreizungszone entfernt liegt mit der Folge, dass das Hydrothermalwasser zwar auch kilometertief durch die Kruste in einem Konvektionsstrom zirkuliert, aber nicht in Kontakt mit einer Magmakammer gerät. In der Kruste wird das absteigende Meerwasser auf etwa 150 bis 200 °C erhitzt, beim Wiedereintritt ins Meer beträgt seine Temperatur etwa 40 bis 90 °C. Ein weiterer wichtiger Unterschied ist, dass das Hydrothermalwasser bei Lost City durch Gestein fließt, das sehr viel  $\text{Mg}^{2+}$  und  $\text{Fe}^{2+}$  und sehr wenig Kieselsäure enthält – mit der Folge, dass das austretende Wasser bei Lost City sehr alkalisch ist (pH 9–11). Auf den alkalischen pH-Wert kommen wir am Ende dieses Beitrags zurück. Im Gegensatz zu den schwarzen Rauchern, die eher kurzlebig sind, ist Lost City seit circa 100.000 Jahren aktiv. Das Austrittswasser bei Lost City enthält sehr viel  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  sowie andere kurzkettige (bis C5) Kohlenwasserstoffe,<sup>13</sup> aber so gut wie kein  $\text{CO}_2$ .

## Serpentinisierung

Die Frage nach der Herkunft von Methan, Wasserstoff und den kurzen Kohlenwasserstoffen im austretenden Hydrothermalwasser von Lost City führt uns direkt zu einem überaus wichtigen und interessanten, aber bei Biologen (noch) kaum bekannten Prozess, der für den Ursprung des Lebens hochrelevant sein könnte: Serpentinisierung. Die Serpentinisie-

<sup>11</sup> Vgl. Bach *et al.* (2006). Siehe auch W. Bach. „Submarine Hydrothermalquellen – Treffpunkte von Geologie, Geochemie und Biologie“. <http://www.g-v.de/content/view/260/59/> (23.10.2009).

<sup>12</sup> Vgl. Kelley *et al.* (2002) sowie Kelley *et al.* (2005).

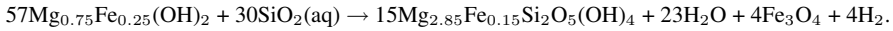
<sup>13</sup> Vgl. Proskurowski *et al.* (2008).



nung ist eine geochemische Reaktionsabfolge in der Erdkruste, die durch Hydrothermalsysteme in Gang gesetzt wird. Der Geochemiker Wolfgang Bach von der Universität Bremen hat die Serpentinisierungsreaktion so zusammengefasst:<sup>14</sup>



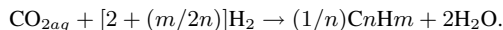
und



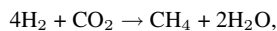
Genannt wird der Prozess nach dem Mineral Serpentin ( $\text{Mg}_{2.85}\text{Fe}_{0.15}\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), das dabei gebildet wird. Fasst man das Geschehen auf das Wesentliche zusammen, wird ein Teil des  $\text{Fe}^{2+}$  im Olivin ( $\text{Mg}_{1.8}\text{Fe}_{0.2}\text{SiO}_4$ ) durch Wasser zu  $\text{Fe}^{3+}$  oxidiert, das dabei zum Bestandteil vom Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) wird. Ein Teil des Sauerstoffs im Wasser bleibt im Gestein als Eisenoxid zurück, und die vom  $\text{Fe}^{2+}$  spendierten Elektronen verlassen das Gestein als  $\text{H}_2$ . Das Entscheidende dabei ist die Freisetzung von  $\text{H}_2$ , der mit dem Hydrothermalwasser an die Oberfläche davongetragen wird. Im Zusammenhang mit dem Ursprung des Lebens ist die  $\text{H}_2$ -Bildung der Serpentinisierung deshalb so wichtig, weil  $\text{H}_2$  für viele Mikroben, insbesondere für Chemolithoautotrophe, eine lebenswichtige Form von chemischer Energie ist. Serpentinisierung findet auch in den Hydrothermalsystemen unter schwarzen Rauchern statt, aber unser Fokus bleibt bei Lost City, weil dieses System alkalisch und nicht zu heiß ist.

Man geht davon aus, dass die Serpentinisierung genauso alt ist wie die Ozeane auf der Erde selbst.<sup>15</sup> Anders ausgedrückt: Hydrothermalsysteme vom Lost-City-Typ hat es schon immer auf der Erde gegeben. Die globale Dimension der Serpentinisierung ist beachtlich. Ein Kubikmeter Olivin liefert im Laufe der Serpentinisierung etwa 500 Mol  $\text{H}_2$ . Der Löwenanteil der ozeanischen Erdkruste besteht aus Olivin und ähnlichen Mineralien, die zur Serpentinisierung beitragen können. Man schätzt, dass das Volumen der Ozeane etwa alle 100.000 Jahre durch Hydrothermalsysteme fließt und dass die massenhaften Reserven an  $\text{Fe}^{2+}$  in der Erde, die für die Serpentinisierung zur Verfügung stehen, mehr oder weniger unerschöpflich sind. Die Serpentinisierung liefert noch heute wesentliche Mengen an Wasserstoff für die Primärproduktion in Ökosystemen am Meeresboden. Der Prozess der Serpentinisierung sehr alt; man geht davon aus, dass die Serpentinisierung mit dem Auftreten der ersten Meere angefangen hat.

Vor kurzem haben Deborah Kelley und ihre Mitarbeiter mittels Isotopenuntersuchungen gezeigt, dass das Methan im Wasser von Lost City nicht biologischen, sondern geochemischen Ursprungs ist, woraus zu schließen ist, dass das Methan aus der Serpentinisierung stammt. Sie schreiben die Reaktion bei Lost City so:<sup>16</sup>



Schreibt man die Reaktion spezifisch für die Methanbildung ( $n = 1$ ,  $m = 4$ ), so erhält man



<sup>14</sup> Vgl. Bach *et al.* (2006).

<sup>15</sup> Vgl. Sleep *et al.* (2004).

<sup>16</sup> Vgl. Proskurowski *et al.* (2008).

was dem Biologen sofort sehr bekannt vorkommt, weil dies die exergone Hauptreaktion der Methanogenese ist, die methanogene Archaeobakterien nutzen, um anhand der Änderung der freien Enthalpie von  $\Delta G'_0 = -131 \text{ [kJ}\cdot\text{mol}^{-1}]$  ihr ATP zu bilden.<sup>17</sup>

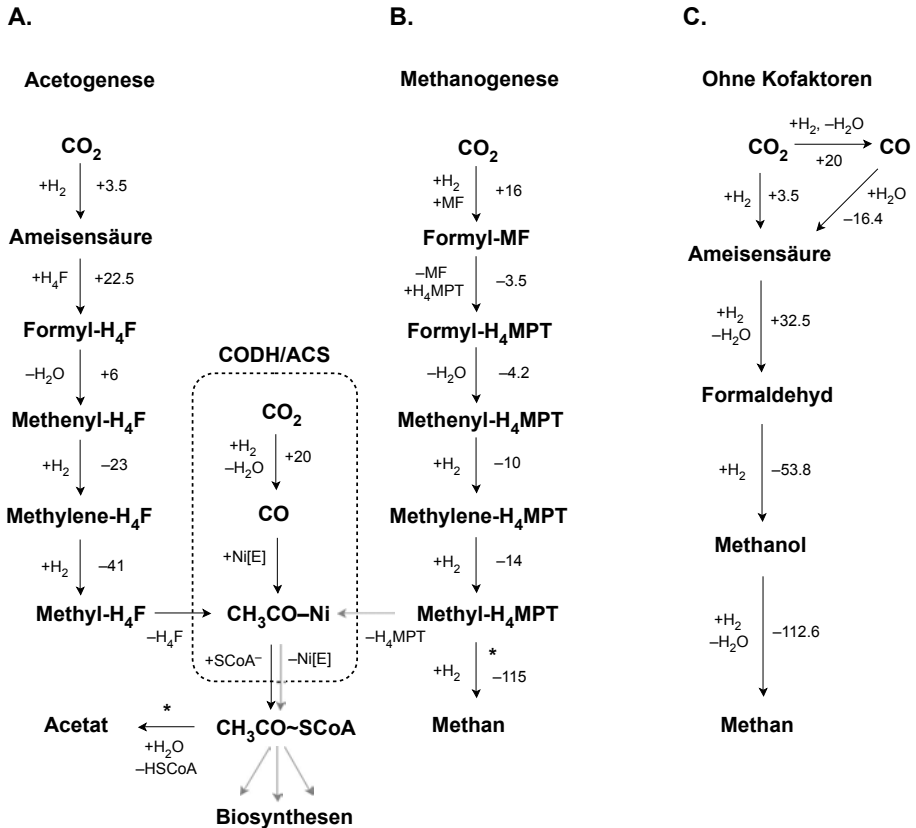


Abb. 1: Reduktion von  $\text{CO}_2$  mit  $\text{H}_2$  im Acetyl-CoA-Weg (modifiziert nach Martin *et al.* 2008 und Martin 2009). **(A)**  $\text{CO}_2$ -Fixierung bei Acetogenen (für Details siehe Maden 2000 sowie Ragsdale und Pierce 2008). **(B)**  $\text{CO}_2$ -Fixierung bei Methanogenen (für Details siehe Maden 2000 sowie Thauer *et al.* 2008). **(C)** Die chemischen Zwischenstufen auf dem Wege der nichtenzymatischen  $\text{CO}_2$ -Reduktion zu Methan, das bei Lost City gebildet wird (vgl. Proskurowski *et al.* 2008). Die Zahlen neben den Reaktionspfeilen geben die Änderungen (circa) der freien Enthalpie,  $\Delta G'_0$ , unter physiologischen Bedingungen ( $25^\circ\text{C}$  und  $\text{pH } 7$ ) in  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  an. Das gestrichelte Oval weist auf das Enzym der bifunktionellen CODH/ACS hin, das bei Methanogenen und Acetogenen konserviert ist. Abkürzungen:  $\text{H}_4\text{F}$ : Tetrahydrofolsäure; MF: Methanofuran;  $\text{H}_4\text{MPT}$ : Tetrahydromethanopterin;  $\text{Ni}[E]$ : ein Fe-Ni-S-Cluster im CODH/ACS; HSCoA: Coenzym-A. \*: Einige der an diesem Geschehen beteiligten enzymatischen Schritte sind nicht dargestellt. Graue Pfeile bedeuten, dass ein Teil des C-Fluxes zur Deckung des zellulären Bedarfs an reduziertem Kohlenstoff „abgezweigt“ wird.

<sup>17</sup> Vgl. Maden (2000).

Die geologische Methanbildung bei Lost City und die biologische Methanbildung der Methanogene laufen im Wesentlichen gemäß der gleichen Gesamtreaktion ab, lediglich die chemischen Zwischenverbindungen sind verschieden (Abb. 1). Aber während bei der geologischen Methanbildung die freie Enthalpie der Reaktion zur Gänze als Wärme frei wird, wird bei der biologischen Methanbildung ein Teil der Energie zwischenzeitlich als ATP konserviert. Möglicherweise liefert die geologische Methanbildung bei Lost City wichtige Hinweise auf den Übergang von geochemischen Prozessen zu biochemischer Evolution beim Ursprung des Lebens. Der aus der Serpentinisierung stammende  $H_2$  reduziert  $CO_2$  kontinuierlich und in einer geologisch stabilen Umgebung, was grundlegend neue Perspektiven in der Frage nach der Herkunft organischer Verbindungen am Anfang des Lebens eröffnet.

Bei Acetogenen und Methanogenen ist der Vorgang der  $CO_2$ -Fixierung über den Acetyl-CoA-Weg direkt mit dem Energiestoffwechsel (Netto-ATP-Synthese) verbunden. Bei Acetogenen wird im Zuge der Zuführung von Elektronen aus  $H_2$  zur Methylgruppe ein chemiosmotisches Potenzial (Ionengradienten) aufgebaut. Bei Methanogenen wird das chemiosmotische Potenzial dadurch aufgebaut, dass ein Teil der gebildeten Methylgruppen zur Methanbildung herangezogen wird. Bei beiden Gruppen wird das chemiosmotische Potenzial durch eine ATP-Synthase genutzt. Bei beiden Gruppen werden Acetyl-CoA und ATP aus der  $CO_2$ -Fixierung gewonnen. Das geht deshalb, weil die bei der  $CO_2$ -Reduktion frei werdende Energie an die Erzeugung chemiosmotischen Potenzials gekoppelt wird. Aus Acetyl-CoA können Acetogene, aber auch Vertreter der Methanogene etwas ATP bilden (aber keine Netto-ATP-Synthese für das Wachstum betreiben), und zwar über ein energiereiches Intermediat, das gemischte Anhydrid-Acetylphosphat, das aus der einfachen Phosphorolyse des Thioesters hervorgeht. Wenn mittels einer ähnlichen Chemie Acetylthioester an einer Hydrothermalquelle längst vergangener Zeiten hätte gebildet werden können, so könnte folglich Acetylphosphat, im Prinzip der chemische Vorläufer von ATP, als universelle Energiewährung gedient haben<sup>18</sup>, womöglich als weitere Triebfeder des Urstoffwechsels neben den Thioestern, bis hin zur Ebene der so genannten RNA-Welt oder gar bis zum Auftreten der ersten genetisch kodierten Proteine. Acetylphosphat ist chemisch sehr viel einfacher als ATP und hat eine um circa 30 Prozent höhere Änderung der freien Enthalpie bei der Hydrolyse der Phosphatgruppe als ATP, was bedeutet, dass es noch besser als ATP andere Moleküle phosphorylieren kann.

## Hydrothermalquellen und die Chemie ursprünglicher Lebensformen

Die  $CO_2$ -Fixierung steht am Anfang aller Ökosysteme: Das Leben besteht aus reduzierten Kohlenstoffverbindungen, die alle letztendlich aus  $CO_2$  stammen. Heute gibt es nur zwei Gruppen von Organismen, die  $CO_2$  in den globalen biologischen Kohlenstoffkreislauf hineinbringen: Fotoautotrophe und Chemoautotrophe. Erstere nutzen die Energie des Sonnenlichts, um  $CO_2$  zu fixieren. Letztere nutzen rein chemische Energie, zum Beispiel in der Form von  $H_2$ , der als zentraler Elektronen-Donor im Stoffwechsel vieler Prokaryoten dient. Wenn wir Gärungen am Anfang des Lebens ausschließen können, formulieren wir die Frage lieber so: Welcher unter den heutigen Stoffwechselwegen zur  $CO_2$ -Fixierung ist der ursprünglichste?

---

<sup>18</sup> Vgl. Martin und Russell (2007).

Es gibt nur fünf bekannte Stoffwechselwege der CO<sub>2</sub>-Fixierung. Darunter ist der Acetyl-CoA-Weg, auch Wood-Ljungdahl-Weg genannt, der einzige Weg der CO<sub>2</sub>-Fixierung, bei dem Zellen Energie in der Form von ATP *gewinnen*; bei allen anderen Wegen der CO<sub>2</sub>-Fixierung müssen Zellen Energie *investieren*. Wie können Zellen CO<sub>2</sub> fixieren und aus der gleichen Reaktion ATP gewinnen? Die Antwort hat Rolf Thauer, ein Gründer der modernen Bioenergetik, so formuliert: „In der Reaktion von H<sub>2</sub> mit CO<sub>2</sub> liegt das Gleichgewicht auf der Seite des Acetats.“ Der Satz versetzt (Zucker-)Berge.

In vereinfachter Darstellung passiert Folgendes (Abb. 1): Ein Molekül CO<sub>2</sub> wird mit Elektronen aus H<sub>2</sub> bis zur Ebene einer Methylgruppe reduziert. Die Methylgruppe wird auf einen Fe-Ni-S-Cluster, den so genannten A-Cluster, eines sehr interessanten Enzyms, der bifunktionellen Kohlenmonoxid-Dehydrogenase/Acetyl-CoA-Synthase (CODH/ACS), übertragen. Ein anderes aktives Zentrum der CODH/ACS reduziert, wieder mit Elektronen aus H<sub>2</sub>, wieder an einem Fe-Ni-S-Cluster, ein weiteres Molekül CO<sub>2</sub> zu CO. Das CO wandert zum A-Cluster, wo die Methylgruppe sitzt, bindet dort am A-Cluster als Carbonylgruppe und geht eine C-C-Bindung mit der Methylgruppe ein, um eine enzymgebundene Acetylgruppe zu bilden. Diese wird durch das Coenzym-A vom Enzym entfernt. Das auf so geradem Wege entstandene Acetyl-CoA, das eine energiereiche Thioesterbindung enthält, steht dem Kohlenstoffhaushalt zur Verfügung. Mit diesem Vorgang der CO<sub>2</sub>-Fixierung ist aber auch der Energiestoffwechsel (Netto-ATP-Synthese) beider Gruppen direkt verbunden.

Wichtige Unterstützung für die These, dass der Acetyl-CoA-Weg ein sehr primitiver Stoffwechselweg ist, kommt aus dem chemischen Labor. Einige der wesentlichen Grundreaktionen des Acetyl-CoA-Weges laufen im Reagenzglas ohne Enzyme ab. Zum Beispiel kann die Bildung von Methylsulfid, was der Methylgruppe im Acetyl-CoA-Weg grob entspricht, aus CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>S erfolgen; dabei wirkt das Metallsulfid FeS als anorganischer Katalysator.<sup>19</sup> Aus Methylsulfid und CO kann wiederum Methylthioacetat (ein Acetylthioester, genau wie das Acetyl-CoA) ohne Enzyme gebildet werden; auch hier wirken Metallsulfide wie FeS und NiS als anorganische Katalysatoren.<sup>20</sup>

Solche Versuche zeigen, dass unter chemischen Bedingungen, wie sie an manchen Hydrothermalquellen existieren, Reaktionen, wie sie im Acetyl-CoA-Weg ablaufen, grundsätzlich möglich sind. Man darf jedoch nicht darüber hinwegsehen, dass zwischen solchen einfachen chemischen Reaktionen in Hydrothermalquellen und der Vorstellung einer „RNA-Welt“<sup>21</sup>, das heißt der Synthese und Polymerisierung der Grundbausteine der Nucleinsäuren zu selbstreplizierenden und katalytisch aktiven Molekülen, noch eine große Lücke klafft. Aber auch für die Synthese der Bausteine in einer RNA-Welt waren Energie und eine chemisch reaktive Umgebung erforderlich. In Hydrothermalquellen, wo H<sub>2</sub> aus der Serpentinisierung und CO<sub>2</sub> im Meer aufeinandertreffen, wäre für das energetische Problem prinzipiell eine Lösung in Sicht.

---

<sup>19</sup> Vgl. Heinen und Lauwers (1996).

<sup>20</sup> Vgl. Huber und Wächtershäuser (1997).

<sup>21</sup> Vgl. Joyce (2002).

## Hydrothermalquellen und Chemiosmose

Der dienstälteste Verfechter der These, dass das Leben an Hydrothermalquellen entstand, der Geochemiker Michael J. Russell, hat stets betont, dass auf der Ur-Erde milde, alkalische Hydrothermalquellen vom Lost-City-Typ (deren Existenz er im Übrigen um gut zehn Jahre vorausgesagt hatte) besonders reich an FeS und NiS als anorganische Katalysatoren gewesen sein mussten. Das ist deshalb der Fall, weil in der Theorie das austretende Wasser an solchen Quellen sehr viel H<sub>2</sub>S aus der Kruste hätte führen müssen, während das Meer sehr große Mengen an gelöstem Fe<sup>2+</sup> (neben etwas Ni<sup>2+</sup>) enthielt. Am Schlot bilden sich daher FeS- und NiS-Niederschläge – genau dort, wo H<sub>2</sub> aus der Serpentinisierung und CO<sub>2</sub> im Meer aufeinandertreffen, um ihrer natürlichen Neigung zur chemischen Reaktion nachzugehen.

Das sind sehr gute Voraussetzungen für Reaktionen. Aber was nutzen Reaktionen, wenn alle Reaktionsprodukte ins Meer diffundieren? Fossile Hydrothermalquellen, aus FeS bestehend, zeigen beeindruckende Labyrinth von Mikrokompartmenten<sup>22</sup> in der Größenordnung zwischen einem und 100 Mikrometer; solche natürlich entstehenden Mikrokompimente könnten durchaus als Konzentrierungsmechanismus gedient haben. Lost City bildet auch solche Mikrokompimente, wenngleich der Schlot aus Karbonatgestein statt FeS besteht. Durch geochemisch entstehende Mikrokompimente könnten im Prinzip Reaktionsprodukte an einer urzeitlichen Hydrothermalquelle am Ort ihrer Synthese von der Diffusion zurückgehalten werden und Konzentrationen erreichen, die für weitere Reaktionen und letztendlich für die Polymerisierung erforderlich wären. Weil Hydrothermalquellen einen natürlich entstehenden Konzentrierungsmechanismus darstellen, muss man sich mit chemisch inaktiven Umgebungen wie Tümpeln, Austrocknung oder Eis gedanklich nicht auseinandersetzen.

Bis auf die reinen Fermentierer nutzen alle Zellen die Chemiosmose. Die reinen Fermentierer sind aber aus chemiosmotisch lebenden Zellen hervorgegangen, weil Erstere ohne Letztere, die die fermentierbaren Substrate bereitstellen, nicht hätten entstehen können. Demnach waren auch die ersten freilebenden Zellen zur Chemiosmose fähig. Aber die chemiosmotische ATP-Bildung besteht stets aus zwei Komponenten: einem Mechanismus zum Pumpen von Protonen und einer ATP-Synthase, die den Gradienten in chemische Energie umwandelt. Aus evolutionärer Sicht ist dies ein gewaltiges „Huhn-oder-Ei“-Problem, da die eine Komponente ohne die andere nichts nützt – es sei denn, das Leben ist an einem *alkalischen* Hydrothermalsystem entstanden, weil dort der Protonengradient geochemisch umsonst geliefert wird.<sup>23</sup> Wie das? Bei einer alkalischen Hydrothermalquelle (pH 9–10, wie Lost City) ist ein natürlicher Protonengradient vorhanden. Heute hat Meerwasser einen pH-Wert von circa 8,1, der pH-Wert im Urmeer lag eher bei circa 6–7 aufgrund der damals höheren CO<sub>2</sub>-Konzentrationen.<sup>24</sup> Zwischen dem austretenden Hydrothermalwasser und dem Meereswasser lag also ein auf geochemischem Wege entstandenes chemiosmotisches Potenzial vor, das in der gleichen Größenordnung lag wie das der heutigen Zellen (etwa drei pH-Einheiten).

---

<sup>22</sup> Vgl. Abb. 8 in Martin und Russell (2007).

<sup>23</sup> Vgl. Russell (2006) sowie Martin und Russell (2007).

<sup>24</sup> Vgl. Martin und Russell (2003) sowie Russell (2006).

Es kann daher sein, dass die Vorstufen der freilebenden Zellen dieses geochemisch gebildete chemiosmotische Potenzial zuerst mit Hilfe einer primitiven ATP-Synthase lange Zeit *nutzten*, bevor sie die sehr viel komplizierteren Mechanismen erfanden, die zur *Erzeugung* eines eigenen Protonengradienten erforderlich sind. Die ATP-Synthasen bei allen Organismen, auch Acetogenen und Methanogenen, ähneln sich im Aufbau und in der Struktur stark; das heißt, sie haben einen gemeinsamen Vorfahren. Dagegen haben die Proteine und Kofaktoren, mit denen moderne Zellen ihre Protonengradienten aufbauen, eine Schwindel erregende Vielfalt. Das universell konservierte, die ATP-Synthase, ist wahrscheinlich das Ältere; eine ähnliche Logik verwenden wir, wenn wir sagen, dass der genetische Code älter ist als die vielfältigen Proteine, die mit seiner Hilfe synthetisiert werden.

Die Universalität der Nutzung von Protonengradienten mittels ATP-Synthasen stimmt mit der Vorstellung gut überein, dass am Anfang ein geochemischer Protonengradient vorhanden war und genutzt wurde. Aber der letzte und entscheidende Schritt – der Übergang zur freilebenden Zelle – setzte voraus, dass die Reduktion von  $\text{CO}_2$  mit Elektronen aus  $\text{H}_2$  mit dem Aufbau eines eigenständigen, selbsterzeugten Protonengradienten gekoppelt wurde. Diejenigen Urzellen, die das geschafft haben, konnten ihrem geochemischen Brutkasten entkommen, und der Zugang zur Evolution als freilebende Zellen wäre geschafft gewesen. Demnach wären die ersten Lebewesen hinsichtlich Größe und Form von modernen Prokaryoten kaum verschieden und ihrem biochemischen Wesen nach den acetogenen Eubakterien und den methanogenen Archaeobakterien ähnlich gewesen.<sup>25</sup> Vertreter beider Gruppen decken heute noch ihren gesamten Energie- und Kohlenstoffbedarf allein aus  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}_2$ . Mittels natürlicher Variation und natürlicher Selektion in den membrangebundenen Elektronentransportketten dieser freilebenden Gründerzellen wären andere geochemisch verfügbare Redoxpaare als  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}_2$  erschließbar. Mit der späteren evolutionären Erfindung von Möglichkeiten zur Nutzung des Sonnenlichts wäre ein noch breiteres Spektrum von Redoxpaaren erschließbar gewesen. Entscheidend bei dieser Überlegung ist, dass der Schwerpunkt der biochemischen Evolution bei den Prokaryoten in der Wahl der Redoxpaare anzusiedeln wäre, die sie nutzen, um ihr chemiosmotisches Potenzial aufzubauen; das Prinzip der Nutzung dieses Potenzials durch ATP-Synthasen und der Aufbau der ATP-Synthasen selbst sind dabei erstaunlich konstant geblieben.

## Schluss

Dass das Lost-City-System heute noch Methan geologischen Ursprungs bildet, zeigt, dass die Erde selbst noch weiß, wie man  $\text{CO}_2$  mit Hilfe von  $\text{H}_2$  fixiert. Am Anfang des Lebens kann eine solche Reaktion die erforderliche Energie geliefert haben, die Haldane aus ultraviolettem Licht bezog und Miller aus Blitzen. Wenn wir uns von der Vorstellung einer Ursuppe und Fermentationen als Ausgangspunkt für das Leben distanzieren, so bleibt uns nicht anderes übrig, als die Chemiosmose im Zusammenhang mit dem Ursprung des Lebens zu diskutieren und die Biologie von Organismen, die von  $\text{H}_2$  und  $\text{CO}_2$  leben, vordergründig zu behandeln. Das ist aber nicht schlecht, weil Hydrothermalquellen wie Lost City ein modernes Beispiel für just jene Prozesse in geologischer Form bieten. Und – ganz egal, ob das Leben wirklich so entstand oder nicht: Die Chemiosmose ist nun einmal die

---

<sup>25</sup> Vgl. Martin und Russell (2007).

Grundlage des Lebens, und wenn wir verstehen, wie sie entstanden ist, ergibt sich alles andere unter Umständen von allein.

## Danksagung

Ich danke allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern meiner Abteilung, die 2009 zur Forschung und Lehre beigetragen haben: Bettina Jensen und Doris Matthée (Sekretariat); den Frauen Doktoren Tal Dagan, Verena Zimorski, Britta Delvos, Katrin Henze, Nahal Ahmadinejad, Silke Rosnowsky und Sara Tucci; den Diplom-Biologinnen und -biologen Kai Ming Cheung, Christian Eßer, Oliver Deusch, Nicole Grünheit (Dipl.-Biomath.), Shijulal NS (MSc Bioinf.), Thorsten Klösges, Peter Major, Xavier Pereira, Ovidiu Popa, Mayo Röttger, Kathrin Hoffmann, Annette Kürten, Thorsten Thiergart, Nicolai Willinek, David Bogumil und Evgin Demir; Margarete Stracke und Claudia Kirberich (im Labor). Dem European Research Council, der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und der Bayer Crop Science AG danke ich herzlich für die finanzielle Förderung der Forschung in meiner Abteilung. Der Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstraße 12, 69469 Weinheim, danke ich allerherzlichst für ihre freundliche urheberrechtliche Erlaubnis, viele Textpassagen aus MARTIN (2009) hier erneut verwenden zu dürfen.

## Literatur

- BACH, W., H. PAULICK, C. J. GARRIDO, B. ILDEFONSE, W. P. MEURER und S. E. HUMPHRIS (2006). „Unraveling the sequence of serpentinization reactions: petrography, mineral chemistry, and petrophysics of serpentinites from MAR 15°N (ODP Leg 209, Site 1274)“, *Geophysical Research Letters* 33, L13306.
- BADA, J. L. und A. LAZCANO (2002) „Some like it hot, but not the first biomolecules“, *Science* 296, 1982–1983.
- BAROSS, J. A. und S. E. HOFFMAN (1985). „Submarine hydrothermal vents and associated gradient environments as sites for the origin and evolution of life“, *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 15, 327–345.
- HALDANE, J. B. S. (1929). „The origin of life“, *Rationalist Annual* 148, 3–10.
- HEINEN, W. und A. M. LAUWERS (1996). „Organic sulfur compounds resulting from the interaction of iron sulfide, hydrogen sulfide and carbon dioxide in an anaerobic aqueous environment“, *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 26, 131–150.
- HUBER, C. und G. WÄCHTERSÄUSER (1997). „Activated acetic acid by carbon fixation on (Fe,Ni)S under primordial conditions“, *Science* 276, 245–247.
- JOYCE, G. F. (2002). „The antiquity of RNA-based evolution“, *Nature* 418, 214–221.
- KELLEY D. S. *et al.* (2001). „An off-axis hydrothermal vent field near the Mid-Atlantic Ridge at 30° N“, *Nature* 412, 145–149.
- KELLEY, D. S., J. A. BAROSS und J. R. DELANEY (2002). „Volcanoes, fluids, and life at mid-ocean ridge spreading centers“, *Annual Review of Earth and Planetary Science* 30, 385–491.
- KELLEY, D. S. *et al.* (2005). „A serpentinite-hosted ecosystem: The Lost City hydrothermal field“, *Science* 307, 1428–1434.
- MADEN, B. E. H. (2000) „Tetrahydrofolate and tetrahydromethanopterin compared: functionally distinct carriers in C1 metabolism“, *Biochemical Journal* 350, 609–629.

- MARTIN, W. und M. J. RUSSELL (2003). „On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells“, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 358, 59–85.
- MARTIN, W. und M. J. RUSSELL (2007) „On the origin of biochemistry at an alkaline hydrothermal vent“, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 367, 1187–1925.
- MARTIN, W., J. A. BAROSS, D. S. KELLEY und M. J. RUSSELL (2008) „Hydrothermal vents and the origin of life“, *Nature Reviews Microbiology* 6, 805–814.
- MARTIN, W. (2009). „Alles hat einen Anfang, auch die Evolution: Hydrothermalquellen und der Ursprung des Lebens“, *Biologie in Unserer Zeit* 39, 166–174.
- MILLER, S. L. (1953). „A production of amino acids under possible primitive Earth conditions“, *Science* 117, 528–529.
- MITCHELL, P. (1961). „Coupling of phosphorylation to electron and hydrogen transfer by a chemiosmotic type of mechanism“, *Nature* 191, 144–148.
- PROSKUROWSKI G. *et al.* (2008). „Abiogenic hydrocarbon production at Lost City Hydrothermal Field“, *Science* 319, 604–607.
- RAGSDALE, S. W. und E. PIERCE (2008). „Acetogenesis and the Wood-Ljungdahl pathway of CO<sub>2</sub> fixation“, *Biochimica et Biophysica Acta* 1784, 1873–1898.
- RUSSELL, M. J. (2006) „First life“, *American Scientist* 94, 32–39.
- SLEEP, N. H., A. MEIBOM, T. FRIDRIKSSON, R. G. COLEMAN und D. K. BIRD (2004). „H<sub>2</sub>-rich fluids from serpentinization: Geochemical and biotic implications“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, 12818–12823.
- THAUER, R. K., A. K. KASTER, H. SEEDORF, W. BUCKEL und R. HEDDERICH (2008). „Methanogenic archaea: ecologically relevant differences in energy conservation“, *Nature Reviews Microbiology* 6, 579–591.



**PETER WESTHOFF**

## **C4-Reis – Ein Turbolader für den Photosynthesemotor der Reispflanze**

„Hast du heute schon deinen Reis gegessen?“ – so begrüßten sich früher die Menschen in China und Südostasien. Nichts könnte die Bedeutung von Reis für das tägliche Leben dieser Menschen besser beschreiben als diese Begrüßungsform. Reis (botanischer Name: *Oryza sativa*) gehört wie unsere Getreide zur Familie der Süßgräser. Er ist tropischen Ursprungs und im Zeitraum zwischen 10.000 bis 6.000 vor Christus aus einer Wildform (*Oryza rufipogon*) durch die Selektion des Menschen hervorgegangen. Archäologische und molekularbiologische Befunde zeigen, dass diese Domestizierung in Südchina ablief. Von dort aus verbreitete sich der Reisanbau zunächst über den ganzen Süden und Osten Asiens und schließlich bis nach Europa und in die Neue Welt.

### **Reis – Das wichtigste Grundnahrungsmittel Asiens**

Etwa 90 Prozent der gesamten Welternte an Reis werden in Asien produziert, und das Gros wird auch dort verzehrt. Reis macht etwa 25 Prozent der täglichen Kalorienzufuhr aus und ist damit das Hauptgrundnahrungsmittel Asiens. In den Staaten Südasiens findet sich aber auch die Mehrheit der Armen dieser Welt. Sie ernähren sich zu mehr als 60 Prozent von Reis.<sup>1</sup> Die jährliche Reisproduktion und der Reispreis greifen daher existenziell in das Leben vieler Menschen ein.

Reis wird überwiegend im Nassreisanbau kultiviert. Die Reissämlinge werden in Saatbeeten angezogen und auf überschwemmten Äckern ausgesetzt. Während des Wachstums und der Reifezeit stehen die Reispflanzen im Wasser, erst zur Ernte werden die Felder trockengelegt. Im Nassreisanbau werden die höchsten Erträge erzielt. Reis kann aber auch auf trockenen Böden an Berghängen mit hoher Luftfeuchtigkeit ausgesät und angezogen werden. Dieser so genannte Bergreis ist global gesehen unbedeutend, spielt aber lokal eine große Rolle, da er für diejenigen Bauern, die diesen Reis für ihren Eigenbedarf anbauen, ein wichtiger Bestandteil ihrer Nahrung ist.

### **Die Weltbevölkerung wächst bis zum Jahr 2050 um zwei bis drei Milliarden Menschen**

Die Reisproduktion hat sich von 1970 bis 2005 etwa verdoppelt (Abb. 1). Das ist im Wesentlichen ein Erfolg der „Grünen Revolution“, in der es den Reiszüchtern am Internationalen Reiserforschungsinstitut (IRRI) auf den Philippinen gelang, Kurzstrohreisarten zu züchten. Beim Kurzstrohgetreide ist der vegetative Pflanzenkörper reduziert und die dadurch freigewordenen Photoassimilate können in die Bildung von Samen fließen (Abb. 2). Die beeindruckenden Ertragssteigerungen der 1970er und 80er Jahre waren aber nicht nur

---

<sup>1</sup> Vgl. Dawe (2007).

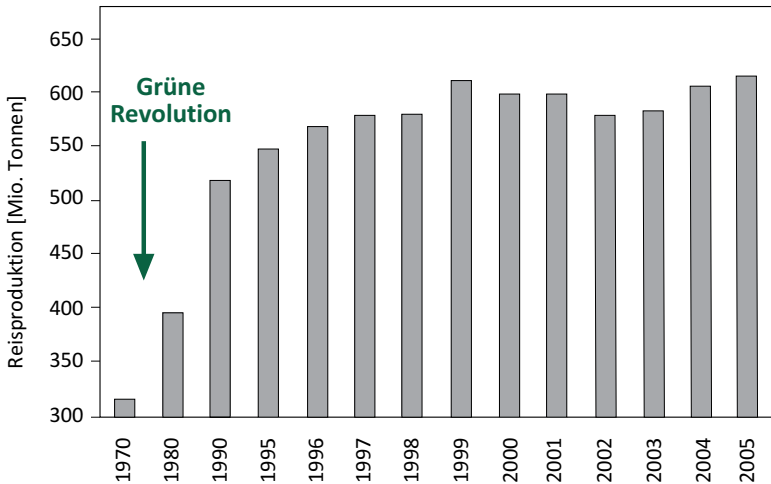


Abb. 1: Weltreisproduktion von 1970 bis 2005; Die Daten entstammen dem Report von 2006 der *International Rice Commission* der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/field/commrice/pages/finalreport.pdf> (22.10.2009).

auf die Genetik der neuen Reisvarietäten zurückzuführen, sondern auch auf eine Verbesserung und Intensivierung des Reisanbaus durch künstliche Bewässerung und den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden.

Seit etwa Mitte der 1990er Jahre stagnieren die Erträge (Abb. 1). Trotz großer Züchtungsanstrengungen wurde bisher kein weiterer Ertragsprung erzielt, der dem der „Grünen Revolution“ gleichkommt. Dem stehen Prognosen der Vereinten Nationen gegenüber, dass die Bevölkerung der Länder des südlichen Asiens, in denen Reis das Hauptgrundnahrungsmittel ist, bis 2050 um fast 50 Prozent ansteigt (Tab. 1). Auch in Afrika ist ein drastischer Bevölkerungsanstieg zu erwarten und damit wird klar, dass gewaltige Anstrengungen erforderlich sind, um die zwei bis drei Milliarden zusätzlichen Menschen ernähren zu können.<sup>2</sup> Eine zweite „Grüne Revolution“ ist daher unumgänglich. Diese zweite „Grüne Revolution“<sup>3</sup> muss Nahrungspflanzen züchten, die ertragreicher als ihre Vorgänger sind, aber gleichzeitig die Umweltressourcen Wasser und Mineraldünger effizienter nutzen können.<sup>4</sup>

### Eine zweite „Grüne Revolution“ beim Reis – Wo könnte sie ansetzen?

Pflanzen nutzen die Energie der Sonnenstrahlung und wandeln mit dieser Sonnenenergie über den Prozess der Photosynthese das Kohlendioxid der Luft in Kohlenhydrate (Zucker) um (Abb. 3). Als Abfallprodukt entsteht dabei Sauerstoff. Die Kohlenhydrate dienen der Pflanze als Baustoffe und sekundäre Energielieferanten. Sie werden benötigt, damit der Pflanzenkörper inklusive der Photosynthesemaschinerie in den Blättern aufgebaut werden

<sup>2</sup> Vgl. Huang *et al.* (2002).

<sup>3</sup> Vgl. Khush (2001b).

<sup>4</sup> Vgl. Tilmann *et al.* (2002).

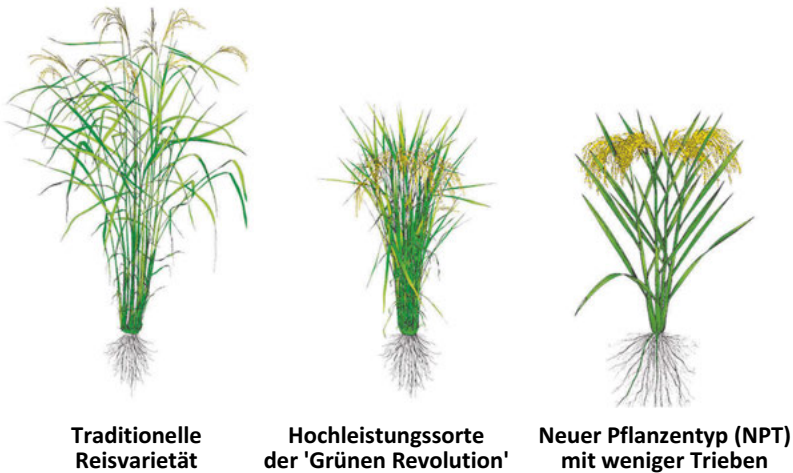


Abb. 2: Die „Grüne Revolution“ beim Reis – weniger Bestockungstriebe und mehr Samen; die Bilder entstammen der Fotodatenbank des IRRI, Los Banos, Philippinen (<http://www.ricephotos.org/>), und unterliegen dem *Creative-Commons*-Lizenzschema.

Land	Bevölkerung (in Millionen)		Anstieg	
	1998	2050 (projiziert)	in Millionen	in Prozent
Bangladesch	124	218	94	76
China	1.255	1.517	262	21
Indien	976	1533	557	57
Indonesien	207	318	111	54
Pakistan	148	357	209	141
Philippinen	72	131	59	82
Vietnam	78	130	52	67
<i>Summe</i>	2.860	4.204	1.344	47

Tab. 1: Bevölkerungsentwicklung in Asien; die Rohdaten entstammen der Arbeit von Khush (2001a).

kann; sie werden aber auch am Ende der Wachstumsperiode für die Bildung von Samen (Körnern) verwendet. Je mehr Kohlenhydrate in der Photosynthese hergestellt und am Ende der Vegetationsperiode für die Körnerbildung zur Verfügung stehen und nicht zuvor für den Aufbau des Pflanzenkörpers verwendet worden sind, desto höher ist der Korn-ertrag. Pflanzenzüchter nennen das Verhältnis von Korn-ertrag zur Gesamtbiomasse den Ernteindex. Die Verbesserung des Ernteindex war im Übrigen ein wesentliches Ergebnis der „Grünen Revolution“. Die Hochleistungssorten waren von kleinerer Statur als die traditionellen Varietäten, und die eingesparten Kohlenhydrate konnten in die Erzeugung der Körner eingeschleust werden. Heutige Hochleistungssorten des Reises erreichen unter optimalen Anzuchtbedingungen einen Ernteindex von bis zu 0,55; das heißt, mehr als die Hälfte der Gesamtbiomasse besteht aus Körnern. Mit diesem Wert scheint aber eine Grenze erreicht worden zu sein, die sich nicht mehr überschreiten lässt.

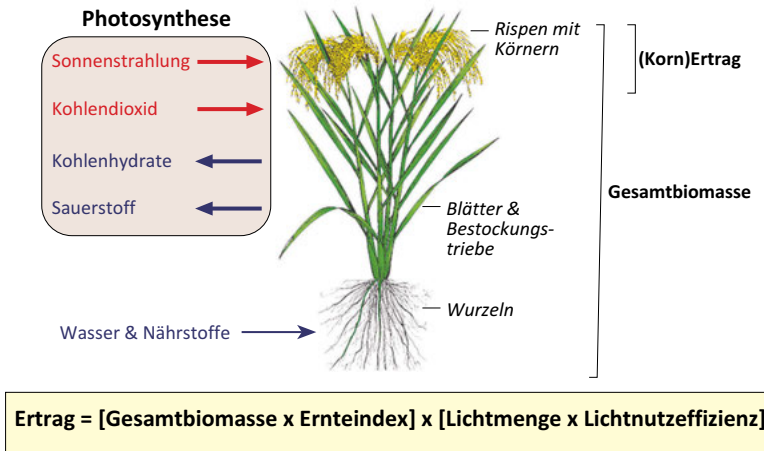


Abb. 3: Photosynthese und Ertrag

Wie viel Kohlenhydrate und damit Biomasse eine Pflanze bildet, hängt von der Sonnenstrahlung ab. Je mehr Sonnenstrahlung die Pflanze im Verlauf einer Vegetationsperiode empfängt, desto aktiver ist ihre Photosynthese und desto mehr Biomasse häuft sie an (Abb. 3). Die im Prinzip nutzbare Menge an Sonnenstrahlung ist eine Frage der geografischen Breite und variiert entsprechend den jeweiligen klimatischen Bedingungen des Standortes. Der Mensch kann also diese Größe nicht beeinflussen.

Wenn nun eine weitere Steigerung des Ernteindex keine realistische Option ist und auch die zur Verfügung stehende Sonnenstrahlung nicht beeinflussbar ist, was bleibt dem Pflanzenzüchter und Genetiker, wenn er trotzdem den Kornertrag beim Reis steigern möchte beziehungsweise muss? Die Gleichung in Abbildung 3 weist uns einen Weg. Die Menge der von der Pflanze aufgenommenen Sonnenstrahlung bestimmt nämlich nicht allein, wie viel Biomasse erzeugt wird. Entscheidend ist vielmehr, wie effizient die Pflanze mit der Sonnenstrahlung umgeht, das heißt, wie viel Lichtquanten aufgenommen werden müssen, um eine Einheit Kohlenhydrate aus dem Kohlendioxid zu erzeugen. Diese Lichtnutzeffizienz ist eine wichtige Größe, die genetisch determiniert ist und in der sich die Photosynthesemaschinerien von Pflanzen drastisch unterscheiden können.

Das Ausmaß der Unterschiede veranschaulicht Abbildung 4. Pflanzen wie Mais, Zuckerrohr oder die Hirsen nutzen das Sonnenlicht weitaus effizienter als Gerste, Weizen oder Reis. Offenbar besitzen die ersteren Pflanzen eine Art Hochleistungsphotosynthese – bildlich gesprochen ist ihr Photosynthesemotor mit einem Turbolader ausgestattet. Und in der Tat unterscheiden sich beide Pflanzengruppen in der Art ihrer Photosynthese. Während Weizen, Gerste und Reis die so genannte C3-Photosynthese betreiben, gehören Mais, Zuckerrohr und die Hirsen zu den C4-Pflanzen. Könnte diese Turboform der Photosynthese eine Option darstellen, um den Kornertrag beim Reis langfristig zu steigern?

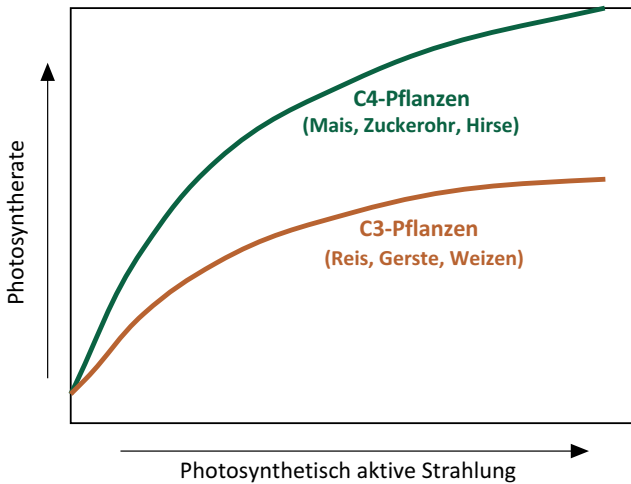


Abb. 4: Mais besitzt eine effizientere Form der Photosynthese als Reis; die Abbildung veranschaulicht schematisch, dass C4-Pflanzen pro Einheit photosynthetisch aktiver Strahlung mehr Kohlendioxid in Kohlenhydrate überführen können als C3-Pflanzen.

## Die C3-Form der Photosynthese – Kein intelligentes Design

Die C3-Photosynthese ist eine alte Erfindung. Sie entstand vor etwa 2,5 Milliarden Jahren und hat sich seitdem in ihren Grundzügen nicht mehr wesentlich verändert. Sie besteht aus zwei Modulen, die hintereinandergeschaltet sind. Im ersten Modul, der so genannten Lichtreaktion, wird das Sonnenlicht gesammelt und seine Energie dazu benutzt, um chemische Energie (ATP) und gebundenen Wasserstoff (NADPH) zu erzeugen. Die Lichtreaktionen der Photosynthese laufen an einer spezialisierten Biomembran, der Thylakoidmembran, ab, in die vier verschiedene photosynthetische Proteinkomplexe in linearer Abfolge eingebettet sind. Der Wasserstoff des NADPHs entstammt dem Wasser ( $H_2O$ ), als Quasi-Abfallprodukt entsteht in der Lichtreaktion der Photosynthese Sauerstoff (Abb. 5).

Das zweite Modul wird nach seinem Entdecker als Calvin-Zyklus bezeichnet. Der Zyklus besteht aus einer Folge von mehr als zehn Enzymen (Katalysatoren), die dafür sorgen, dass das Kohlendioxid ( $CO_2$ ) an ein Akzeptormolekül mit fünf Kohlestoffatomen (C5-Körper) gebunden und unter Wasserstoff- und Energieverbrauch zu einem Zucker umgewandelt wird. Im Zyklus wird anschließend auch das Akzeptormolekül regeneriert. Die Ribulosebisphosphat-Carboxylase/Oxygenase (Kurzform: Rubisco) stellt das zentrale Enzym dieses Zyklus dar. Sie heftet das Kohlendioxid an das Akzeptormolekül (Carboxylaseaktivität des Enzyms), und es entsteht ein Zwischenprodukt mit sechs Kohlenstoffatomen. Dieser C6-Körper ist sehr instabil und zerfällt sehr schnell in zwei relativ stabile Moleküle mit je drei Kohlenstoffatomen (C3-Körper). Aufgrund dieses ersten fassbaren Zwischenproduktes wird diese Form der Photosynthese auch als C3-Photosynthese bezeichnet.

Die Rubisco ist leider nicht perfekt, denn sie kann nicht nur das Kohlendioxid an das C5-Akzeptormolekül heften (Carboxylaseaktivität), sondern auch Sauerstoff (Oxygenaseaktivität). Im letzteren Fall entsteht eine instabile, oxygenierte C5-Verbindung, die in einen

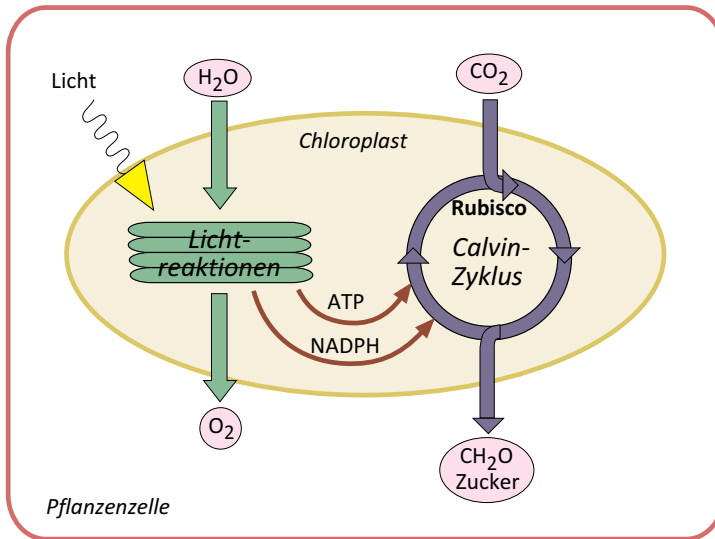


Abb. 5: Das Schema der C<sub>3</sub>-Photosynthese in den Chloroplasten einer Pflanzenzelle; in der Lichtreaktion werden chemische Energie (ATP) und gebundener Wasserstoff (NADPH) hergestellt, die im Calvin-Zyklus zur Assimilation des Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) in Form der Zucker eingesetzt werden. Die Rubisco katalysiert den ersten Schritt, die Fixierung des Kohlendioxids an einen C<sub>5</sub>-Körper.

C<sub>3</sub>- und einen C<sub>2</sub>-Körper zerfällt. Die C<sub>2</sub>-Verbindung ist für die Pflanze nutzlos beziehungsweise sogar toxisch und wird daher abgebaut. Dabei wird Kohlendioxid freigesetzt. Summarisch ähnelt das der Atmung, weshalb dieser Prozess auch als Lichtatmung bezeichnet wird. Arbeitet die Rubisco im Oxygenasemodus, fixiert die Pflanze nicht nur kein Kohlendioxid, sondern verliert obendrein ein bereits assimiliertes Kohlendioxid. Die Verluste an Kohlenstoff sind beträchtlich und senken die Effizienz der Photosynthese drastisch. An heißen und lichtüberfluteten Standorten wie in den Tropen und Subtropen – wo Reis angebaut wird – betragen die Kohlenstoffverluste durch die Lichtatmung 30 bis 40 Prozent.

### Ein Blick zurück –

#### Wie der Erfolg der C<sub>3</sub>-Photosynthese sich in das Gegenteil umkehrte

Als die Photosynthese vor 2,5 Milliarden Jahren entstand, war die CO<sub>2</sub>-Konzentration um Größenordnungen höher als heute und Sauerstoff eine Mangelware. Das Problem der Lichtatmung existierte damals also nicht. Durch die Photosynthese wurde das CO<sub>2</sub> zunehmend aus der Atmosphäre entfernt, und der Sauerstoff häufte sich an, bis vor etwa 400 Millionen Jahren der heutige Anteil von circa 20 Prozent erreicht wurde. Zu dieser Zeit betrug die CO<sub>2</sub>-Konzentration circa 0,4 bis 0,6 Prozent, und die Verluste durch die Lichtatmung waren vernachlässigbar. Im Karbon vor 360 bis 286 Millionen Jahren begann nun die CO<sub>2</sub>-Konzentration weiter zu fallen, bis sie sich vor etwa 35 Millionen Jahren auf

Werte zwischen 0,02 und 0,03 Prozent einpendelte. Bei einer solch niedrigen CO<sub>2</sub>-Konzentration wurde die Lichtatmung zu einem ersten Problem.

Im Prinzip boten sich der Evolution drei Wege an, um das Problem der Lichtatmung zu lösen: Erstens hätte sich eine Rubisco ohne Oxygenaseaktivität herausbilden können. Das gelang aber nicht, da der Preis offenbar zu hoch war. Eine Rubisco mit einer geringeren Oxygenaseaktivität ist nämlich so langsam, dass die Pflanze mehr Rubisco-Protein hätte synthetisieren müssen, um die bisherige Photosyntheserate aufrechtzuerhalten. Damit hätten mehr Kohlenstoff- und Stickstoffressourcen aus dem Haushalt der Pflanze für die Photosynthese abgezogen werden müssen; die Effizienz der Photosynthese wäre noch stärker gesunken.

Eine zweite Möglichkeit hätte darin bestanden, die sauerstoffempfindliche Rubisco durch eine sauerstoffunempfindliche Carboxylase zu ersetzen. Sauerstoffunempfindliche Carboxylasen kommen in allen C3-Pflanzen vor, wo sie in unterschiedlichsten Stoffwechselwegen aktiv sind. Beispielhaft sei die Phosphoenolpyruvat-Carboxylase (PEPCase) genannt, die sogar schon in Bakterien anzutreffen ist. Warum wurde dieser auf den ersten Blick attraktive Weg nicht eingeschlagen? Alle diese alternativen Carboxylasen benötigen andere CO<sub>2</sub>-Akzeptormoleküle als die Rubisco und sie synthetisieren dementsprechend auch andere Produkte. Wäre also die Rubisco durch eine Carboxylase mit anderer Substratspezifität ersetzt worden, hätte gleichzeitig auch der gesamte Calvin-Zyklus mit seinen mehr als zehn Enzymen völlig umgebaut werden müssen. Es hätte also quasi eine Revolution stattfinden müssen. Die Evolution verläuft dagegen schrittweise, und es ist leicht vorstellbar, dass die Zwischenstufen dieses Evolutionsprozesses hinsichtlich ihrer Photosyntheseeffizienz schlechter als die Ausgangspflanzen gewesen wären. Solche Pflanzen wären im Konkurrenzkampf unterlegen gewesen, und dieser zweite Weg schied damit aus.

Damit blieb als letzte Möglichkeit nur noch eine Art „Containment-Strategie“. Die Oxygenaseaktivität der Rubisco wird durch geeignete Maßnahmen eingedämmt, aber die Rubisco und der Calvin-Zyklus bleiben bestehen. Die Sauerstoffkonzentration am Ort der Rubisco lässt sich schwerlich verringern, da die Photosynthese nun einmal Sauerstoff produziert und dessen Freisetzung nicht abgestellt werden kann. Wenn es aber stattdessen gelänge, die CO<sub>2</sub>-Konzentration am Ort der Rubisco zu erhöhen, träte die Rubisco eher auf ein CO<sub>2</sub>- als auf ein O<sub>2</sub>-Molekül, und die Rubisco-Oxygenase wäre arbeitslos. Genau diese Strategie hat die Evolution mehrfach unabhängig voneinander im Verlauf der Entwicklung der höheren Pflanzen eingeschlagen, und ihr jeweiliges Ergebnis ist die C4-Photosynthese, wie wir sie heute kennen.

## **Die C4-Form der Photosynthese – Eine CO<sub>2</sub>-Pumpe zur Eindämmung der Lichtatmung**

Will ein Ingenieur die Konzentration eines Stoffes an einem Ort erhöhen, konstruiert er eine Pumpe. So auch die Evolution. Die C4-Photosynthese lässt sich daher als eine Art CO<sub>2</sub>-Pumpe beschreiben, die CO<sub>2</sub> am Ort der Rubisco anhäuft. Wie sieht diese Pumpe aus und wie wurde sie im Verlauf der Evolution verwirklicht?

Bei C3-Pflanzen beherrscht jede photosynthetisch aktive Blattzelle das gesamte Repertoire der Photosynthese. Die Photosynthese der C4-Pflanzen ist dagegen arbeitsteilig organisiert. Die Blätter von C4-Pflanzen besitzen zwei unterschiedliche Typen photosyn-

thetisch aktiver Zellen, die Mesophyll- und die Bündelscheidenzellen, die kranzförmig um die Leitbündel der Blätter angeordnet sind (Abb. 6).

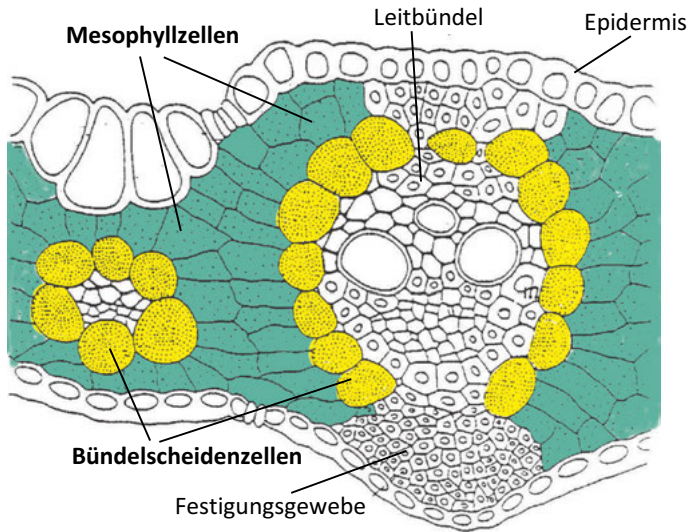


Abb. 6: Schematischer Querschnitt durch das Blatt eines C4-Grases

Mesophyll- und Bündelscheidenzellen findet man auch in C3-Pflanzen, nur sind in diesen Pflanzen die Bündelscheidenzellen photosynthetisch kaum aktiv. Im Verlauf der Evolution von der C3- zur C4-Photosynthese wurden die Rubisco und der Calvin-Zyklus in den Mesophyllzellen abgeschaltet und in die Bündelscheidenzellen verlagert. Die Mesophyllzellen besitzen stattdessen große Mengen einer sauerstoffunempfindlichen Carboxylase, der PEPCase. Die PEPCase addiert das  $\text{CO}_2$  der Luft an einen C3-Körper. Daraus entsteht ein Molekül mit vier Kohlenstoffatomen (C4-Körper), das dieser Form der Photosynthese ihren Namen gibt. Das C4-Molekül fließt nun aus den Mesophyllzellen entlang des Konzentrationsgradienten in die Bündelscheidenzellen. Dort wird das  $\text{CO}_2$  wieder abgespalten, es häuft sich in der Umgebung der Rubisco an, und die  $\text{CO}_2$ -Pumpe ist damit verwirklicht.

### Die Evolution der C4-Photosynthese – Eine Blaupause für die Konstruktion von C4-Reis

C4-Pflanzen haben sich vielfach unabhängig voneinander im Verlauf der Evolution aus C3-Pflanzen gebildet. Genetisch gesehen muss es daher sehr einfach gewesen sein, aus einer C3- eine C4-Pflanze zu entwickeln. In der Tat zeigen die Untersuchungen, dass keine wirklich neuen Gene erfunden werden mussten. Entsprechende Gene waren in den C3-Pflanzen bereits vorhanden und mussten nur noch für die besonderen Anforderungen der C4-Photosynthese angepasst werden. Beispielsweise musste das PEPCase-Gen so abgeändert werden, das es nur noch in den Mesophyllzellen aktiv war, und die Ausprägung



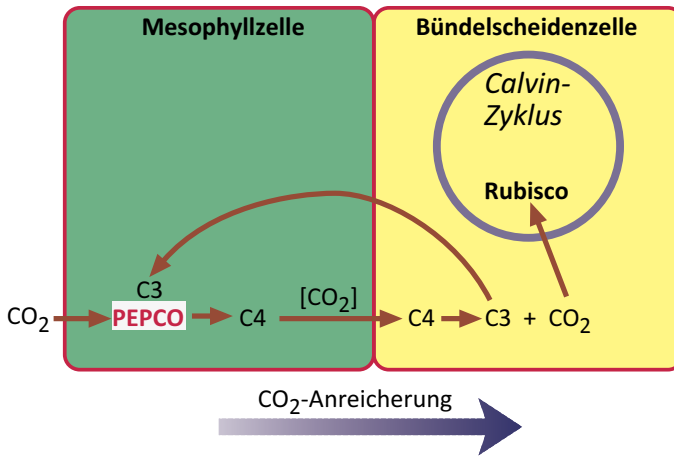


Abb. 7: Schematische Darstellung der C4-Photosynthese; in den Mesophyllzellen wird  $\text{CO}_2$  durch die PEPCase fixiert. Die resultierende C4-Verbindung wird in die Bündelscheidenzellen transportiert, wo das fixierte  $\text{CO}_2$  wieder freigesetzt und über die Rubisco in den Calvin-Zyklus eingeschleust wird. Die verbleibende C3-Verbindung fließt in die Mesophyllzellen zurück und steht für einen neuen Zyklus aus Carboxylierung und Decarboxylierung zur Verfügung.

der Rubisco-Gene musste auf die Bündelscheidenzellen beschränkt werden. Wir wissen mittlerweile aus unseren Untersuchungen am Formenkreis *Flaveria*, wie diese evolutionen Veränderungen präzise auf molekularer Ebene abgelaufen sind. Wir wissen auch, wie viele Gene die Evolution für die C4-Photosynthese insgesamt hat rekrutieren müssen. Wir, das heißt ein internationales Konsortium unter der Projektführerschaft des IRRI auf den Philippinen, glauben daher, dass es machbar sein sollte, die C3-Pflanze Reis in eine C4-Pflanze umzuwandeln.<sup>5</sup> Natürlich ist das ein sehr ehrgeiziges Projekt, das einen langen Atem erfordert und nicht in wenigen Jahren zu bewerkstelligen ist. Aber es lohnt sich. Oder um es mit den Worten Norman Borlaugs, des Vaters der „Grünen Revolution“, zu sagen: „Reach for the stars. Although you will never touch them, if you reach hard enough, you will find that you get a little star dust on you in the process.“<sup>6</sup>

## Literatur

- DAWE, D. (2007). „Agricultural research, poverty alleviation, and key trends in Asia’s rice economy“, in: J. E. SHEEHY, P. L. MITCHELL und B. HARDY (Hrsg.). *Charting New Pathways to C4 Rice*. Los Banos, Philippinen, 37–53.
- GOWIK, U. und P. WESTHOFF (2007). „Molecular evolution of C4 photosynthesis in the dicot genus *Flaveria* – implications for the design of a C4 plant“, in: J. E. SHEEHY, P. L. MITCHELL und B. HARDY (Hrsg.). *Charting New Pathways to C4 Rice*. Los Banos, Philippinen, 175–194.
- HUANG, J. K., C. PRAY und S. ROZELLE (2002). „Enhancing the crops to feed the poor“, *Nature* 418, 678–684.

<sup>5</sup> Vgl. Gowik und Westhoff (2007).

<sup>6</sup> [http://en.wikiquote.org/wiki/Norman\\_Borlaug](http://en.wikiquote.org/wiki/Norman_Borlaug) (19.11.2009).

- KHUSH, G. S. (2001a). „Challenges for meeting the global food and nutrient needs in the new millenium“, *Proceedings of the Nutrition Society* 60, 15–26.
- KHUSH, G. S. (2001b). „Green revolution: the way forward“, *Nature Reviews Genetics* 2, 815–822.
- TILMAN, D., K. G. CASSMAN, P. A. MATSON, R. NAYLOR und S. POLASKY (2002). „Agricultural sustainability and intensive production practices“, *Nature* 418, 671–677.

**MICHAEL BOTT, STEPHANIE BRINGER-MEYER,  
MELANIE BROCKER, LOTHAR EGGELING, ROLAND  
FREUDL, JULIA FRUNZKE und TINO POLEN**

**Systemische Mikrobiologie –  
Etablierung bakterieller Produktionsplattformen  
für die Weiße Biotechnologie**

Das Institut für Biotechnologie 1 des Forschungszentrums Jülich arbeitet auf dem Gebiet der molekularen und angewandten Mikrobiologie. Die Forschung ist fokussiert auf Bakterien mit dem Potenzial, sich als mikrobielle *Multi-purpose*-Produktionsplattformen für die Weiße Biotechnologie zu etablieren, wie zum Beispiel *Corynebacterium glutamicum*, *Gluconobacter oxydans* oder *Escherichia coli*. Solche Plattformen können für die Herstellung einer Vielzahl verschiedener industriell oder pharmazeutisch relevanter Produkte (zum Beispiel Aminosäuren, organische Säuren, Polymervorstufen, technische Proteine, Pharmaproteine) aus nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt werden. Durch Kombination mikrobiologischer, biochemischer und molekulargenetischer Methoden mit den Hochdurchsatztechnologien Transkriptomics, Proteomics und Metabolomics wird ein systemisches Verständnis dieser Bakterien gewonnen, das als Basis dient, um alle zellulären Prozesse im Hinblick auf den gewünschten Produktionsprozess zu optimieren (*whole cell engineering*). Ein faszinierender Aspekt der Forschungsarbeiten ist die Nutzung der synthetischen Biologie. Dies beinhaltet die Etablierung heterologer und artifizierender Stoffwechselwege unter Verwendung von Enzymen aus anderen Mikroorganismen oder Pflanzen sowie von Enzymen mit neuen Funktionalitäten, die durch gerichtete Evolution gewonnen wurden.

## **Einleitung**

Das Institut für Biotechnologie 1 bildet zusammen mit dem Institut für Biotechnologie 2 des Forschungszentrums Jülich sowie mit den Instituten für Molekulare Enzymtechnologie und Bioorganische Chemie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, die beide auf dem Campus des Forschungszentrums angesiedelt sind, das Zentrum für Mikrobielle Biotechnologie (ZMB). Basierend auf den unterschiedlichen, sich ergänzenden Schwerpunkten und Expertisen der vier Institute stellt das ZMB einen Forschungskern im Bereich der Weißen Biotechnologie in Deutschland dar.

Eine sehr allgemeine Definition für die Weiße Biotechnologie lautet „White Biotechnology is the application of nature’s toolset to industrial production“.<sup>1</sup> Weiße Biotechnologie nutzt Mikroorganismen oder isolierte Enzyme zur Herstellung von Produkten im indus-

---

<sup>1</sup> EuropaBio (2003: 7).

triellen Maßstab.<sup>2</sup> Mit Verfahren der Weißen Biotechnologie werden weltweit Waren im Wert von circa 50 Milliarden € produziert. Hierzu gehören unter anderem (1.) essenzielle Zusatzstoffe für die Ernährung von Mensch und Tier (zum Beispiel Aminosäuren, Vitamine, Enzyme, Säuerungsmittel); (2.) Ausgangssubstanzen, Wirkstoffe und Biokatalysatoren für die chemische und pharmazeutische Industrie (zum Beispiel Bausteine für Kunststoffe, Feinchemikalien, Zwischenprodukte, Antibiotika); (3.) Produkte für die Verbrauchsgüterindustrie (zum Beispiel Waschmittelenzyme, kosmetische Wirk- und Effektsubstanzen, spezialisierte Lebensmittel); (4.) Enzyme für umweltschonende Prozesse (zum Beispiel in der Textil- und Papierindustrie). Biotechnologische Verfahren basieren überwiegend auf dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe und sind in vielen Fällen energie- und stoffeffizienter als herkömmliche Verfahren. Prognosen besagen, dass im Jahr 2030 bis zu einem Drittel der industriellen Produktion durch Weiße Biotechnologie erfolgt.

Die Anwendung isolierter Enzyme ist beschränkt auf Prozesse, bei denen die Umsetzung des Substrates in das gewünschte Produkt nur sehr wenige Reaktionsschritte beinhaltet. Dagegen erlauben intakte Mikroorganismen die Herstellung von Produkten, deren Biosynthese eine Vielzahl von aufeinanderfolgenden enzymkatalysierten Reaktionen erfordert. Als Beispiel sei hier die Herstellung der Aminosäuren L-Glutamat (Geschmacksverstärker) und L-Lysin (Futtermittelzusatzstoff) aus Zuckern wie Glucose oder Saccharose genannt, die heute in Mengen von mehr als 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr beziehungsweise mehr als 0,8 Millionen Tonnen pro Jahr industriell mit *Corynebacterium glutamicum* produziert werden.<sup>3</sup> Diese Zahlen unterstreichen eindrucksvoll das biokatalytische Potential von intakten Mikroorganismen.

### ***Metabolic engineering***

Produktionsstämme für den industriellen Einsatz wurden in der Vergangenheit in der Regel durch ungerichtete Mutagenese und Selektion oder Screening erzeugt. Mit der Etablierung der rekombinanten DNA-Technologie Anfang der 70er Jahre des letzten Jahrhunderts wurde erstmals das rationale Design von Produktionsstämmen mittels *metabolic engineering* ermöglicht. Unter diesem Begriff versteht man die Verbesserung von zellulären Aktivitäten durch Beeinflussung der Enzym-, Transport- und regulatorischen Funktionen der Zelle unter Verwendung der rekombinanten DNA-Technologie.<sup>4</sup> In Abbildung 1 ist das Grundprinzip des *metabolic engineering* dargestellt, das sich in den letzten Jahrzehnten als sehr erfolgreich erwiesen hat und die Neukonstruktion beziehungsweise Verbesserung einer Vielzahl von mikrobiellen Produktionsstämmen ermöglicht hat.

Die Effizienz der Stammentwicklung durch *metabolic engineering* hängt von mehreren Faktoren ab. Erste Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen molekulargenetischen Werkzeugen, mit denen Gene gezielt mutiert, deletiert oder in ihrer Expressionsstärke verändert werden können. Zweite Voraussetzung ist ein möglichst umfassendes Wissen über den Stoffwechsel und seine Regulation in dem Mikroorganismus der Wahl. Der Mikroorganismus sollte apathogen und einfach zu kultivieren sein, eine relativ kurze Verdopplungszeit besitzen (20 Minuten bis circa mehrere Stunden) sowie genetisch stabil und

<sup>2</sup> Vgl. DECHEMA (2004).

<sup>3</sup> Vgl. Shimizu und Hirasawa (2007) sowie Kelle *et al.* (2005).

<sup>4</sup> Vgl. Bailey (1991).

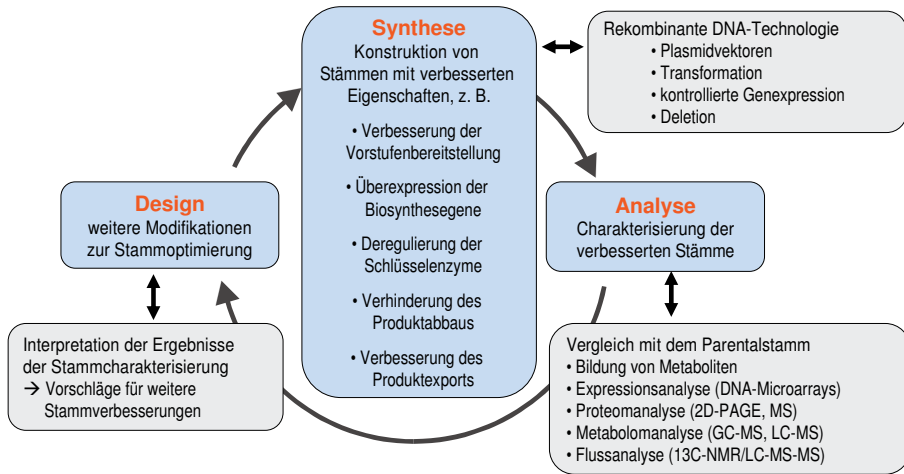


Abb. 1: Der Zyklus des *metabolic engineering*. Basierend auf dem bekannten Wissen zum Stoffwechsel und seiner Regulation werden genetische Modifikationen in den Ausgangsstamm eingeführt, die den Kohlenstofffluss vom Substrat zu dem gewünschten Produkt leiten sollen. Die entsprechenden Stämme werden charakterisiert und daraus Schlussfolgerungen für weitere Möglichkeiten zur Stammverbesserung gewonnen. Mit Hilfe der postgenomischen Methoden („Polyomics“) kann die Stammcharakterisierung auf einer globalen Ebene erfolgen.

robust gegenüber den Stressfaktoren sein, die bei einer Kultivierung in Großfermentern von bis zu 500 m<sup>3</sup> Volumen auftreten (oxidativer Stress, Sauerstoffmangel, mechanischer Stress, osmotischer Stress und so weiter). Als Konsequenz aus diesem Anforderungsprofil wurden die meisten *metabolic-engineering*-Arbeiten der letzten Jahrzehnte vorzugsweise mit einer relativ kleinen Zahl mikrobieller Spezies durchgeführt. Dazu gehören im Bereich der eukaryontischen Mikroorganismen zum Beispiel *Saccharomyces cerevisiae*, im Bereich der prokaryontischen Mikroorganismen zum Beispiel *Escherichia coli* und *Corynebacterium glutamicum*.<sup>5</sup>

## Mikrobielle Produktionsplattformen

Obwohl der Zentralstoffwechsel und die Biosynthesewege in vielen Mikroorganismen sehr ähnlich sind, gibt es doch eine Vielzahl individueller Unterschiede im Hinblick auf die Enzymausstattung und vor allem im Hinblick auf die Regulation des Stoffwechsels. Je besser die Details des Stoffwechsels und seiner Regulation bekannt sind, desto effizienter und schneller können *metabolic-engineering*-Ansätze zum Erfolg führen. Unser Institut konzentriert sich daher in seinen Arbeiten auf eine relativ geringe Zahl von Bakterienspezies, die als mikrobielle Produktionsplattformen für die Weiße Biotechnologie dienen können. Dazu zählen *C. glutamicum*, *Gluconobacter oxydans* und *E. coli*. Insbesondere *C. glutamicum* steht im Mittelpunkt einer Vielzahl laufender Forschungsprojekte, basierend auf zwei

<sup>5</sup> Vgl. Wendisch *et al.* (2006a).

Jahrzehnten Erfahrung im Umgang mit diesem Bakterium.<sup>6</sup> Wie bereits erwähnt, wird *C. glutamicum* bisher vor allem für die Produktion von L-Glutamat und L-Lysin genutzt. Arbeiten der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass diese Spezies auch für die Produktion weiterer Metabolite sowie für die Produktion heterologer Proteine eingesetzt werden kann, was anhand ausgewählter Beispiele im Folgenden dargestellt wird. Abbildung 2 gibt einen Überblick über Produkte, die mit *C. glutamicum* als mikrobieller Produktionsplattform bereits hergestellt werden, sowie über mögliche zukünftige Produkte.

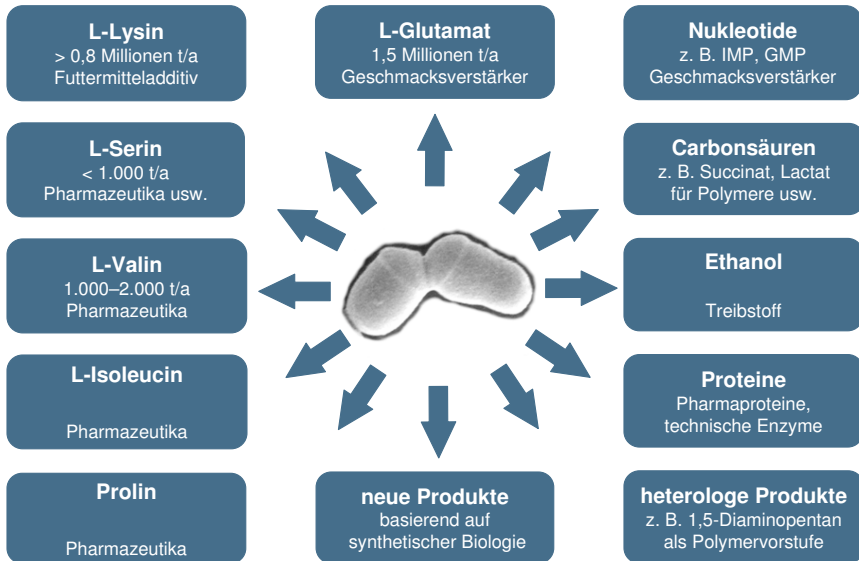


Abb. 2: *Corynebacterium glutamicum* als Produktionsplattform für die Weiße Biotechnologie. Es sind Produkte aufgeführt, die mit diesem Bakterium beziehungsweise nahe verwandten Spezies wie *C. ammoniagenes* produziert beziehungsweise für die entsprechende Produktionsstämme entwickelt werden.

### Serin-Produktion mit *C. glutamicum*

L-Serin ist eine nicht-essenzielle Aminosäure, die für Infusionslösungen, als Zusatzstoff für Getränke oder als Feuchtigkeitsspender in Hautlotionen verwendet wird. Darüber hinaus wird L-Serin zusammen mit Indol auch als Substrat für die enzymatische Synthese von L-Tryptophan eingesetzt. Um ausgehend vom *C.-glutamicum*-Wildtyp einen L-Serin-Produktionsstamm zu konstruieren, wurden folgende Modifikationen eingeführt (Abb. 3): (1.) Die Feedback-Hemmung des ersten Enzyms der Serin-Biosynthese, der 3-Phosphoglycerat-Dehydrogenase (kodiert durch das *serA*-Gen), durch L-Serin wurde mittels Deletion der 197 carboxyterminalen Aminosäurereste aufgehoben.<sup>7</sup> (2.) Die Serin-Biosynthesegene *serA*Δ197, *serB* (Phosphoserin-Aminotransferase) und *serC* (Phosphoserin-Phosphatase)

<sup>6</sup> Vgl. Eggeling and Bott (2005).

<sup>7</sup> Vgl. Peters-Wendisch *et al.* (2002).

wurden überexprimiert.<sup>8</sup> (3.) Der Abbau des Serins durch die Serin-Dehydratase wurde mittels Deletion des entsprechenden *sda*-Gens verhindert.<sup>9</sup> (4.) Die Umsetzung von Serin in Glycin und Methylen-Tetrahydrofolat wurde entweder durch verminderte Expression des *glyA*-Gens für die Serin-Hydroxymethyltransferase reduziert oder durch reduzierte Folat-Versorgung von folsäureauxotrophen Stämmen.<sup>10</sup> Der resultierende Stamm produziert unter geeigneten Bedingungen bis zu 60 g/l L-Serin aus Glucose und wird industriell eingesetzt.<sup>11</sup> Dieses Beispiel zeigt die Leistungsfähigkeit der rationalen Stammkonstruktion durch *metabolic engineering*.

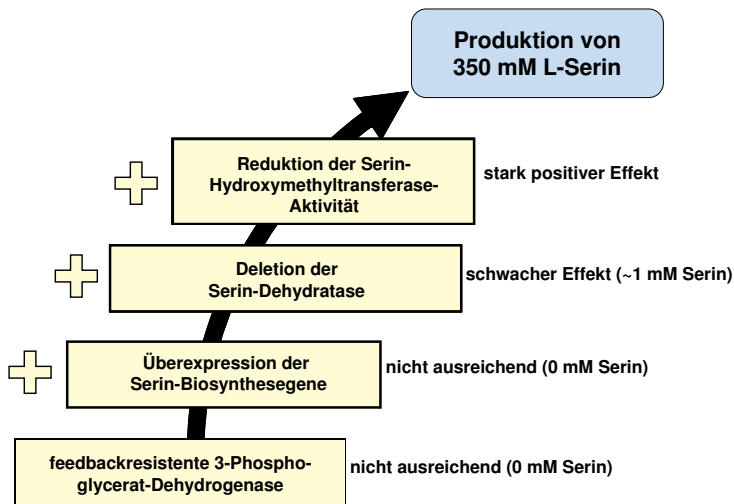


Abb. 3: Entwicklung eines L-Serin-Produktionsstammes von *C. glutamicum* ausgehend vom Wildtyp. Durch vier Modifikationen wird ein Stamm generiert, der unter geeigneten Kultivierungsbedingungen bis zu 60 g/l L-Serin ins Medium ausscheidet.

## Produktion organischer Säuren und Ethanol mit *C. glutamicum*

Bisher wird *C. glutamicum* industriell ausschließlich für aerobe Produktionsprozesse eingesetzt, in denen die Atmungskette eine wichtige Rolle spielt.<sup>12</sup> Neue Studien zeigen, dass der Organismus in Abwesenheit von Sauerstoff und Nitrat zwar nicht wachsen, aber Zucker sehr effizient in organische Säuren wie L-Lactat, D-Lactat und Succinat umsetzen kann oder auch in Ethanol. Organische Säuren wie Milchsäure (Lactat) oder Bernsteinsäure (Succinat) können als Vorstufen für Polymere (zum Beispiel Polylactid) und andere industriell genutzte Verbindungen dienen, Ethanol als Biokraftstoff. Es wurde beschrieben, dass Zellen eines *C.-glutamicum*-Stammes, bei dem das *ldhA*-Gen für die NAD<sup>+</sup>-

<sup>8</sup> Vgl. Peters-Wendisch *et al.* (2005).

<sup>9</sup> Vgl. Peters-Wendisch *et al.* (2005).

<sup>10</sup> Vgl. Peters-Wendisch *et al.* (2005) sowie Stolz *et al.* (2007).

<sup>11</sup> Vgl. Eggeling (2007).

<sup>12</sup> Vgl. Bott und Niebisch (2003).

abhängige L-Lactat-Dehydrogenase deletiert und das *pyc*-Gen für die Pyruvat-Carboxylase überexprimiert wurde, bei regelmäßiger Zugabe von Natriumbicarbonat innerhalb von 46 Stunden 1,24 M (146 g/l) Succinat bilden kann, und zwar mit einer molaren Ausbeute von 1,4 Mol Succinat/Mol Glucose.<sup>13</sup> Ein anderer *C. glutamicum*-Stamm, bei dem die endogene NAD<sup>+</sup>-abhängige L-Lactat-Dehydrogenase durch eine NAD<sup>+</sup>-abhängige D-Lactat-Dehydrogenase aus dem Milchsäurebakterium *Lactobacillus delbrueckii* ersetzt wurde, konnte unter anaeroben Bedingungen aus Glucose innerhalb von 30 Stunden bis zu 1,34 M (120 g/l) D-Lactat mit einer optischen Reinheit von mehr als 99,9 Prozent bilden.<sup>14</sup> Für die Konstruktion eines Ethanol bildenden *C. glutamicum*-Stammes wurden die Gene *ldhA* und *ppc* (kodiert für Phosphoenolpyruvat-Carboxylase) deletiert und die Gene *pdc* und *adh* aus *Zymomonas mobilis* für die Pyruvat-Decarboxylase und die Alkohol-Dehydrogenase überexprimiert. Unter anaeroben Bedingungen und Einsatz einer hohen Zelldichte von 300 g Feuchtzellen/l konnte dieser Stamm bis zu 642 mmol Ethanol/l/h (29,5 g/l/h) bilden.<sup>15</sup>

## Produktion und Sekretion von Proteinen mit *C. glutamicum*

Technische Enzyme und Pharmaproteine bilden einen wichtigen Zweig der Weißen Biotechnologie. Da grampositive Bakterien im Gegensatz zu gramnegativen Bakterien laut Lehrbuch keine äußere Membran besitzen, können Proteine nach dem Export über die Cytoplasmamembran direkt in das Kulturmedium entlassen und daraus aufgereinigt werden. Daher werden grampositive Bakterien wie verschiedene *Bacillus*-Arten oder *Staphylococcus carnosus* als besonders geeignet für die sekretorische Produktion von Proteinen betrachtet. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass Überproduktion und Sekretion wirtsfremder (heterologer) Proteine in das Kulturmedium Prozesse sind, bei denen viele Parameter wie der optimale Wirt, das optimale Signalpeptid, der optimale Sekretionsweg und die optimalen Kultivierungsparameter immer noch empirisch bestimmt werden müssen.<sup>16</sup> Der Transport eines Proteins über die Cytoplasmamembran kann entweder in der ungefalteten Form über den Sec-Weg (*secretory*) oder in der gefalteten Form über den Tat-Weg (*twin-arginine translocation*) erfolgen. In einer Studie, in der die Überproduktion und Tat-abhängige Sekretion des grün fluoreszierenden Proteins GFP aus der Qualle *Aequorea victoria* in den grampositiven Bakterien *S. carnosus*, *Bacillus subtilis* und *C. glutamicum* verglichen wurde, zeigte sich, dass GFP nur in *C. glutamicum* in aktiver Form sekretiert wurde.<sup>17</sup> Erstaunlich dabei ist, dass es bereits seit vielen Jahren Hinweise darauf gab, dass Corynebakterien wie auch die phylogenetisch nahestehenden Mycobakterien eine äußere Membran besitzen. Diese Hinweise wurden jüngst durch elektronenmikroskopische Untersuchungen bestätigt.<sup>18</sup> Anscheinend besitzen auch Corynebakterien und Mycobakterien Mechanismen, die einen effizienten Transport von Proteinen über die äußere Membran, die so genannte Mycomembran, erlauben.

---

<sup>13</sup> Vgl. Okino *et al.* (2008a).

<sup>14</sup> Vgl. Okino *et al.* (2008b).

<sup>15</sup> Vgl. Inui *et al.* (2004).

<sup>16</sup> Vgl. Brockmeier *et al.* (2006).

<sup>17</sup> Vgl. Meissner *et al.* (2007).

<sup>18</sup> Vgl. Hoffmann *et al.* (2008).



## Der globale Blick in die mikrobielle Zelle: „Polyomics“

Seit der Publikation der ersten vollständigen Genomsequenz eines Bakteriums (*Haemophilus influenzae*) im Jahr 1995 wurden neue Methoden zur möglichst vollständigen Erfassung und Quantifizierung nicht nur der DNA, sondern auch der RNA, der Proteine und der Metabolite entwickelt, die heute unter den Begriffen Transkriptomics, Proteomics und Metabolomics zusammengefasst werden (Abb. 4).<sup>19</sup> Bereits früher war die Stoffflussanalyse basierend auf der NMR-Analyse von <sup>13</sup>C-Isotopenmarkierungsmustern in Aminosäuren etabliert worden, die heute meist durch die direkte Analyse der <sup>13</sup>C-Isotopenmarkierung von Metaboliten mittels GC-MS oder LC-MS/MS ersetzt worden ist.<sup>20</sup>

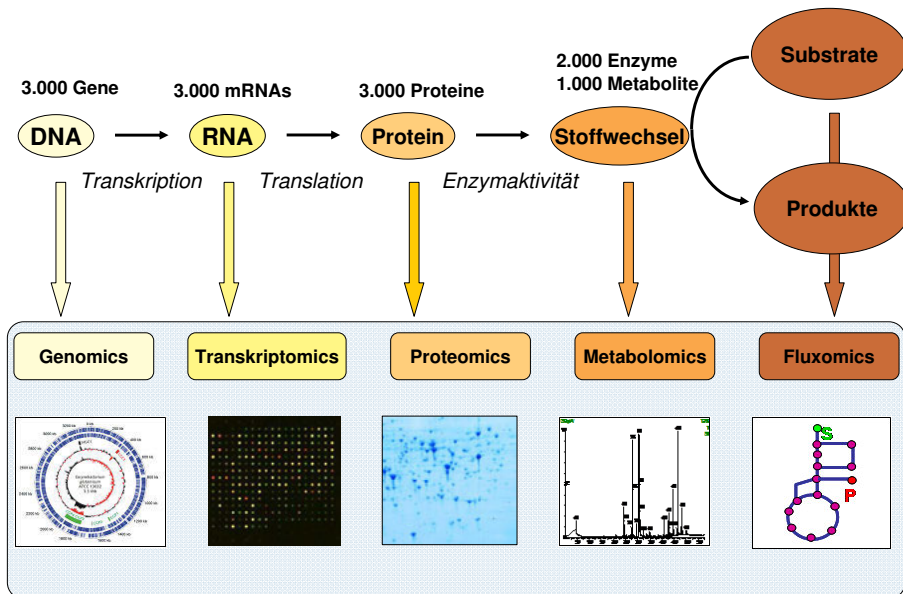


Abb. 4: Globale Analyse der Zelle mit Hilfe von „Polyomics“. Im Institut für Biotechnologie werden die oben dargestellten „omics“-Methoden eingesetzt, um ein möglichst umfassendes Verständnis der Stoffwechsel- und Regulationsvorgänge in bakteriellen Modellorganismen für die Weiße Biotechnologie zu gewinnen.

Im Institut für Biotechnologie sind die entsprechenden „omics“-Technologien etabliert und werden für eine systembiologische Analyse der oben dargestellten mikrobiellen Produktionsplattformen eingesetzt.<sup>21</sup> Ein wesentliches Ziel dabei ist ein umfassendes Verständnis der Regulationsvorgänge, wobei insbesondere die Transkriptionskontrolle sowie die posttranskriptionale Regulation von Proteinen durch Phosphorylierung im Mittelpunkt stehen. Die Arbeiten auf diesen Gebieten sollen hier an ausgewählten Beispielen dargestellt werden.

<sup>19</sup> Vgl. Fleischmann *et al.* (1995).

<sup>20</sup> Vgl. Oldiges *et al.* (2007).

<sup>21</sup> Vgl. Wendisch *et al.* (2006b).

## Transkriptionskontrolle: Definition von Regulons in *C. glutamicum*

In der 2003 publizierten Genomsequenz von *C. glutamicum* wurden Gene für 127 Transkriptionsregulatoren sowie 13 Zweikomponenten-Signaltransduktionssysteme identifiziert.<sup>22</sup> Zu diesem Zeitpunkt war nur die Funktion eines einzigen Transkriptionsregulators bekannt. Durch Einsatz der DNA-Microarray-Analyse in Kombination mit Protein-DNA-Interaktionsstudien konnte in den letzten Jahren die Funktion von mehr als einem Dutzend dieser Regulatoren von uns identifiziert werden (Tab. 1). Ein wichtiger Aspekt dabei war die Definition der jeweiligen „Regulons“, das heißt die Bestimmung der Gruppe von unabhängigen Genen oder Operons, deren Transkription von einem gemeinsamen Regulator (Repressor oder Aktivator) kontrolliert wird. Zusammen mit den Studien anderer Arbeitsgruppen sind mittlerweile mehr als ein Drittel aller Transkriptionsregulatoren aus *C. glutamicum* untersucht worden, so dass in naher Zukunft eine vollständige Analyse aller Regulatoren realistisch erscheint.

Transkriptionsregulator bzw. Zweikomponenten- system	Funktion
LysG	Regulator des Lysin-Exporter-Gens <i>lysE</i> ; Aktivierung der <i>lysE</i> -Expression bei hohen zellulären Lysinkonzentrationen (vgl. Bellmann <i>et al.</i> 2001)
ClgR	Regulator der Gene für die ATP-abhängige Clp-Protease sowie von DNA-Reparaturgenen (vgl. Engels <i>et al.</i> 2004, Engels <i>et al.</i> 2005 sowie Russo <i>et al.</i> 2009)
MtrAB	Zweikomponentensystem, das Gene der Osmoregulation und des Zellwandmetabolismus reguliert (vgl. Möker <i>et al.</i> 2004 sowie Brocker und Bott 2006)
AcnR	Repressor des Aconitase-Gens <i>acn</i> (vgl. Krug <i>et al.</i> 2005)
RipA	Repressor von Genen für verschiedene eisenhaltige Proteine, der unter Eisenmangel gebildet wird (vgl. Wennerhold <i>et al.</i> 2005)
DtxR	Globaler Regulator der Eisen-Homöostase, kontrolliert die Expression von mehr als 50 Genen, zum Beispiel für Eisen-Aufnahmesysteme und RipA (vgl. Wennerhold und Bott 2006)
PhoRS	Zweikomponentensystem, das Gene der Phosphatmangel-Antwort reguliert (vgl. Kocan <i>et al.</i> 2006 sowie Schaaf und Bott 2007)
SugR	Regulator der Gene der Zuckeraufnahme, der Glykolyse und der NAD <sup>+</sup> -abhängigen L-Lactat-Dehydrogenase (vgl. Engels und Wendisch 2007 sowie Engels <i>et al.</i> 2008)
LldR	Repressor der Gene für einen Transporter und die chinonabhängige L-Lactat-Dehydrogenase (vgl. Georgi <i>et al.</i> 2008)
GntR1/GntR2	Funktionell redundante Regulatoren, die unter anderem die Expression von Genen des Gluconat-Stoffwechsels und der Glucoseaufnahme kontrollieren (vgl. Frunzke <i>et al.</i> 2008)
CitAB	Zweikomponentensystem, das die Expression der Citrattransporter-Gene <i>citH</i> und <i>tctCAB</i> reguliert (vgl. Brocker <i>et al.</i> 2009)
GlyR	Regulator des <i>glyA</i> -Gens für die Serin-Hydroxymethyltransferase (vgl. Schweitzer <i>et al.</i> 2009)

Tab. 1: Transkriptionsregulatoren und Zweikomponentensysteme von *C. glutamicum*, deren Funktion am Institut für Biotechnologie 1 analysiert wurde

<sup>22</sup> Vgl. Kalinowski *et al.* (2003) sowie Kocan *et al.* (2006).

## Transkriptionskontrolle des Citratzyklus in *C. glutamicum*

Ein besonderer Schwerpunkt unserer Arbeiten der letzten Jahre lag auf dem Gebiet der Regulation des Citratzyklus. Dieser Zyklus spielt eine zentrale Rolle im Stoffwechsel, indem er einerseits mit 2-Oxoglutarat und Oxalacetat die Vorstufen für die Biosynthese der Aminosäuren der Glutamat- und der Aspartatfamilie liefert, andererseits aber auch die ATP-Synthese durch oxidative Phosphorylierung antreibt. Bei der industriellen Lysinproduktion ist allerdings die Oxidation von Acetyl-CoA zu CO<sub>2</sub> im Citratzyklus nur in begrenztem Maß wünschenswert, da sie zu einem signifikanten Verlust an Kohlenstoff führt. Aus diesem Grund ist ein Verständnis der genetischen Kontrolle des Citratzyklus wichtig. Unsere Arbeiten sowie die anderer Arbeitsgruppen haben gezeigt, dass viele Gene des Citratzyklus auf transkriptioneller Ebene komplex reguliert werden (Abb. 5). Im Fall des Aconitase-Gens *acn* wurden von uns bisher drei verschiedene Transkriptionsregulatoren identifiziert (*AcnR*, *RipA*, *RamA*), im Fall des Succinat-Dehydrogenase-Operons *sdhCAB* sogar vier (*DtxR*, *RipA*, *GlxR*, *RamA*).<sup>23</sup> Diese Ergebnisse zeigen, dass die Zelle die Synthese der Citratzyklus-Enzyme sehr aufwändig kontrolliert, vermutlich um die Aktivität des Zyklus jeweils optimal an die aktuelle Stoffwechselsituation anzupassen.

## Posttranskriptionale Regulation durch Serin/Threonin-Proteinkinasen und die Entdeckung eines neuen Regulationsmechanismus

Bei der Analyse der rasant wachsenden Zahl bakterieller Genomsequenzen wurde deutlich, dass früher als typisch eukaryontisch betrachtete Signaltransduktionsproteine, die Serin/Threonin-Proteinkinasen (STPKs), auch in vielen Prokaryonten vorkommen. Allerdings ist ihre Funktion dort bisher nur in Einzelfällen bekannt. Im Genom von *C. glutamicum* konnten vier Gene für STPKs identifiziert werden, die als *PknA*, *PknB*, *PknG* und *PknL* bezeichnet werden. Eine globale Analyse der Proteinphosphorylierung an Serin- und Threoninresten ist mit Hilfe der zweidimensionalen Polyacrylamid-Gelelektrophorese (2D-PAGE) möglich, da durch die Einführung der Phosphorylgruppe eine Verschiebung des isoelektrischen Punktes des Proteins zu tieferen pH-Werten erfolgt und damit zu einer Trennung vom nicht-phosphorylierten Protein. Ein Vergleich mittels 2D-PAGE eines *C. glutamicum*-Stammes, in dem das Gen für *PknG* deletiert wurde, mit dem Wildtyp ermöglichte die Identifizierung eines 15-kDa-Proteins als Substrat der Proteinkinase G.<sup>24</sup> Weiterführende Untersuchungen führten zur Aufklärung eines neuartigen Regulationsmechanismus des 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Komplexes, der im Citratzyklus die oxidative Decarboxylierung von 2-Oxoglutarat zu Succinyl-CoA katalysiert (Abb. 6).<sup>25</sup> Im unphosphorylierten Zustand bindet das 15-kDa-Protein an die Oxoglutarat-Dehydrogenase-Untereinheit A (*OdhA*-Untereinheit) des 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Komplexes und hemmt dessen Aktivität. Daher wurde dem 15-kDa-Protein der Name *OdhI* gegeben, ein Akronym für „Oxoglutarat-Dehydrogenase-Inhibitor“. Durch Phosphorylierung des *OdhI*-Proteins am Threoninrest 14, katalysiert durch die Proteinkinase *PknG*, wird die Bindung

<sup>23</sup> Vgl. Emer *et al.* (2009) sowie Bussmann *et al.* (2009).

<sup>24</sup> Vgl. Niebisch *et al.* (2006).

<sup>25</sup> Vgl. Niebisch *et al.* (2006).

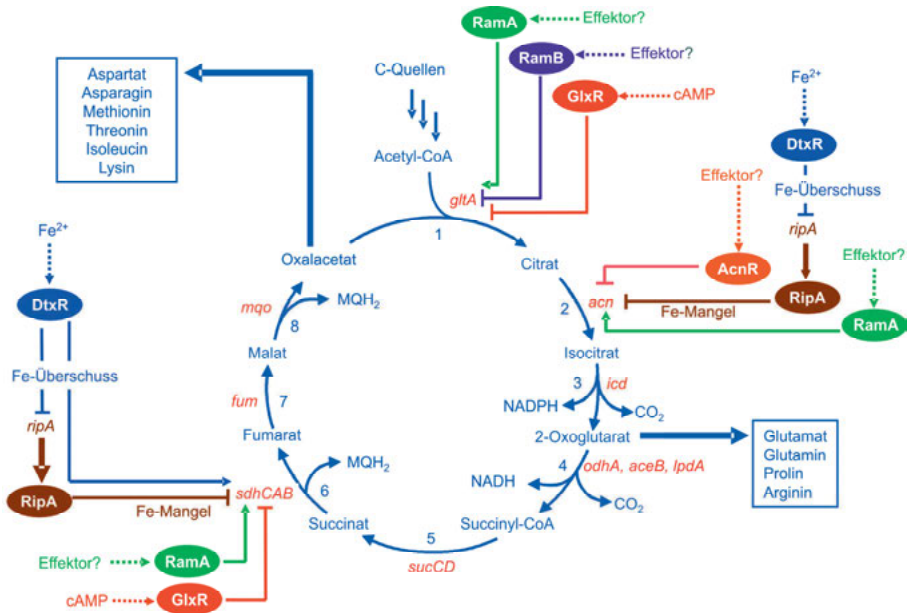


Abb. 5: Komplexe transkriptionelle Kontrolle der Citratzyklus-Gene in *Corynebacterium glutamicum*. Der Citratzyklus spielt eine zentrale Rolle im Stoffwechsel für die Bereitstellung von Reduktionsäquivalenten in Form von NADPH, NADH und reduziertem Menachinon und für die Bereitstellung der Vorstufen Oxalacetat und 2-Oxoglutarat für die Biosynthese von Aminosäuren. In den letzten Jahren konnten wir und andere Arbeitsgruppen zeigen, dass die Expression vieler Citratzyklus-Gene einer komplexen Kontrolle durch mehrere Transkriptionsregulatoren unterliegt. Auf diese Weise kann die Aktivität der entsprechenden Enzyme exakt an verschiedenste Stoffwechselbedingungen angepasst werden. Für ein systemisches Verständnis erforderlich ist die Kenntnis der Effektoren, die die Aktivität der Transkriptionsregulatoren steuern. Für einige der Regulatoren wie AcnR, RamA und RamB konnten diese Effektoren bisher noch nicht identifiziert werden.

von OdhI an OdhA und die Hemmung der Enzymaktivität aufgehoben.<sup>26</sup> Außer durch PknG kann OdhI auch noch durch eine oder mehrere der drei anderen Proteinkinasen phosphoryliert werden, zum Beispiel durch PknA und PknB am Threoninrest 15. Allerdings ist in diesem Fall der physiologische Effekt der Phosphorylierung noch nicht genau bekannt.

## Das OdhI-Protein: Molekularer Mechanismus und physiologische Funktion

Das OdhI-Protein besteht aus einem N-terminalen Bereich und einer C-terminalen so genannten FHA-Domäne (*forkhead-associated domain*).<sup>27</sup> FHA-Domänen sind definiert

<sup>26</sup> Vgl. Niebisch *et al.* (2006).

<sup>27</sup> Vgl. Niebisch *et al.* (2006).

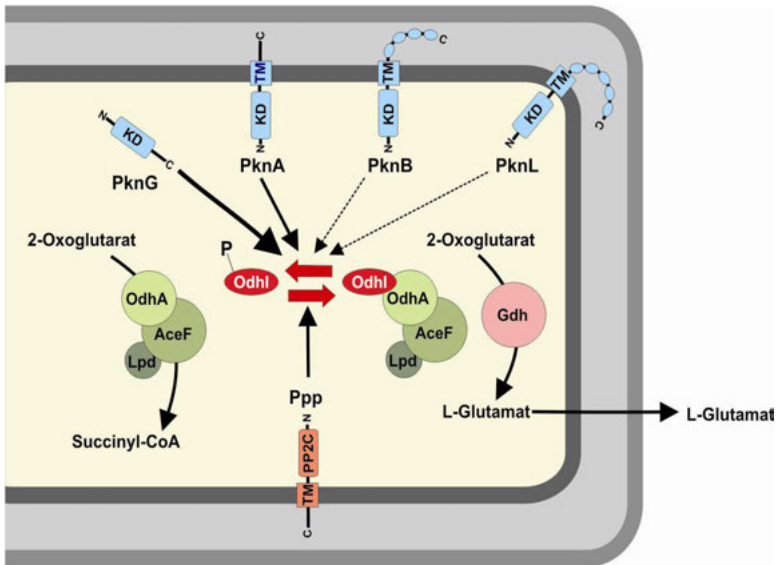


Abb. 6: Ein neuartiger Mechanismus zur Regulation der 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Aktivität in *Corynebacterium glutamicum* und seine Rolle bei der Glutamatbildung. Das OdhI-Protein wurde als Substrat der Serin/Threonin-Proteinkinase PknG identifiziert. PknG phosphoryliert OdhI am Threoninrest 14. Neuere Arbeiten zeigen, dass neben PknG auch die drei anderen in *C. glutamicum* vorkommenden STPKs PknA, PknB und PknL das OdhI-Protein phosphorylieren können, PknA und PknB wahrscheinlich am Threoninrest 15. Die Dephosphorylierung erfolgt durch die Phospho-Serin/Threonin-Proteinphosphatase Ppp. In der unphosphorylierten Form bindet OdhI an die OdhA-Untereinheit des 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Komplexes und inhibiert seine Aktivität. Diese Hemmung führt zu einer verstärkten Umsetzung von 2-Oxoglutarat in L-Glutamat. In *C. glutamicum*-Stämmen, denen das OdhI-Protein fehlt, ist die Glutamatausscheidung drastisch gehemmt.

durch ihre Eigenschaft, spezifisch an Phosphothreonin-Epitope von Proteinen zu binden.<sup>28</sup> So wird zum Beispiel vermutet, dass im Fall von OdhI die FHA-Domäne für die Interaktion mit den STPKs verantwortlich ist, die sehr häufig autophosphoryliert vorliegen. Die kürzlich publizierten NMR-Strukturen von unphosphoryliertem und an Threonin-15 phosphoryliertem OdhI zeigen, dass der N-terminale Bereich im unphosphorylierten Zustand hochflexibel ist und keine definierte Tertiärstruktur einnimmt. Nach Phosphorylierung an Threonin-15 erfolgt eine intramolekulare Bindung des Phosphothreoninrestes an die FHA-Domäne.<sup>29</sup> Laufende Untersuchungen in unserem Institut versuchen, die Interaktion von OdhI mit dem OdhA-Protein der 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase aufzuklären.

Die 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase ist an einem wichtigen Verzweigungspunkt im Stoffwechsel lokalisiert: 2-Oxoglutarat kann entweder im Citratzyklus weiter oxidiert werden oder alternativ durch die Glutamat-Dehydrogenase reduktiv mit NADPH und Ammonium zu L-Glutamat aminiert werden. L-Glutamat ist Vorstufe für weitere Aminosäuren,

<sup>28</sup> Vgl. Mahajan *et al.* (2008).

<sup>29</sup> Vgl. Barthe *et al.* (2009).

aber auch der wichtigste Aminogruppendonor in der Zelle. Die publizierten  $K_m$ -Werte der 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase (zwischen 0,02 und 0,08 mM) und der Glutamat-Dehydrogenase (5,7 mM) für 2-Oxoglutarat unterscheiden sich um einen Faktor größer 70. Die Hemmung der 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase durch OdhI ist also möglicherweise notwendig, um unter bestimmten Bedingungen den Kohlenstofffluss in Richtung Glutamat zu lenken und damit die Versorgung der Zelle mit Stickstoff und der Glutamatfamilie der Aminosäuren sicherzustellen.<sup>30</sup>

## Das OdhI-Protein ist essenziell für die Glutamatproduktion

*C. glutamicum* wurde aufgrund seiner Fähigkeit isoliert, unter Biotinmangel oder einer Vielzahl weiterer induzierender Bedingungen, wie zum Beispiel durch Zugabe von Inhibitoren der Zellwandsynthese (Penicillin, Ethambutol) oder durch Zugabe bestimmter Detergenzien (Tween-40, Tween-60), Glutamat auszuschcheiden. Die molekularen Ursachen, die zur Glutamatsekretion führen, sind trotz vieler Studien bisher nur teilweise verstanden. Ein wichtiger Aspekt ist eine reduzierte 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Aktivität und ein damit einhergehender verstärkter Kohlenstofffluss von 2-Oxoglutarat in Richtung Glutamat. Die Entdeckung, dass die 2-Oxoglutarat-Dehydrogenase-Aktivität von OdhI in Abhängigkeit von dessen Phosphorylierungszustand beeinflusst wird, lieferte einen neuen Ansatzpunkt zu einem molekularen Verständnis. Tatsächlich konnten wir zeigen, dass die Glutamatproduktion in einem *C. glutamicum*-Stamm, in dem das *odhI*-Gen deletiert wurde, fast vollständig gehemmt ist (nur noch ein bis 13 Prozent der Glutamatproduktion des Wildtyps), und zwar unter vier verschiedenen Glutamat-Induktionsbedingungen (Biotinlimitierung oder Zugabe von Tween-40, Penicillin G oder Ethambutol).<sup>31</sup> Damit wurde die entscheidende Bedeutung des OdhI-Proteins für die Glutamatproduktion nachgewiesen. In zukünftigen Studien muss jetzt untersucht werden, welchen Einfluss die verschiedenen Induktionsbedingungen auf den OdhI-Phosphorylierungszustand und gegebenenfalls die OdhI-Konzentration in der Zelle haben.

## Neue Perspektiven für die Weiße Biotechnologie:

### Die synthetische Biologie

Trotz der vielfältigen Stoffwechselwege, die die Natur zu bieten hat, gibt es doch eine große Zahl an wertvollen und interessanten Verbindungen, für die keine natürlichen biochemischen Synthesewege bekannt sind. Es gibt daher einen Bedarf an neuen, synthetischen Biosynthesewegen und neuen enzymatischen Aktivitäten, mit denen auch solche Verbindungen biotechnologisch hergestellt werden können. Grundlage dafür sind (1.) die derzeit bekannten und charakterisierten Enzyme, die neu kombiniert werden können, (2.) der Einsatz von Enzymen, die aufgrund ihrer breiten Substratspezifität auch andere als ihre natürlichen Substrate umsetzen können sowie (3.) die Möglichkeit, Enzyme durch gerichtete Evolution für die Umsetzung der gewünschten Reaktion neu zu entwickeln. Wenn die notwendigen Enzyme vorhanden sind, müssen sie in einem geeigneten Wirtsorganismus kombiniert werden. Auch hier sind Plattformorganismen wie *E. coli* oder *C. glutami-*

<sup>30</sup> Vgl. Bott (2007).

<sup>31</sup> Vgl. Schultz *et al.* (2007).

*cum* wieder erste Wahl, für die effiziente gentechnische Methoden etabliert sind und deren Stoffwechsel im Hinblick auf die Bereitstellung der Vorstufen für das gewünschte Produkt optimiert ist. Abbildung 7 gibt einen Überblick über die Schritte bei der Etablierung synthetischer Stoffwechselwege. Dieser Zweig der synthetischen Biologie stellt eine logische Weiterentwicklung des *metabolic engineering* dar und wird am Institut für Biotechnologie in den nächsten Jahren ein wichtiges Forschungsthema sein.

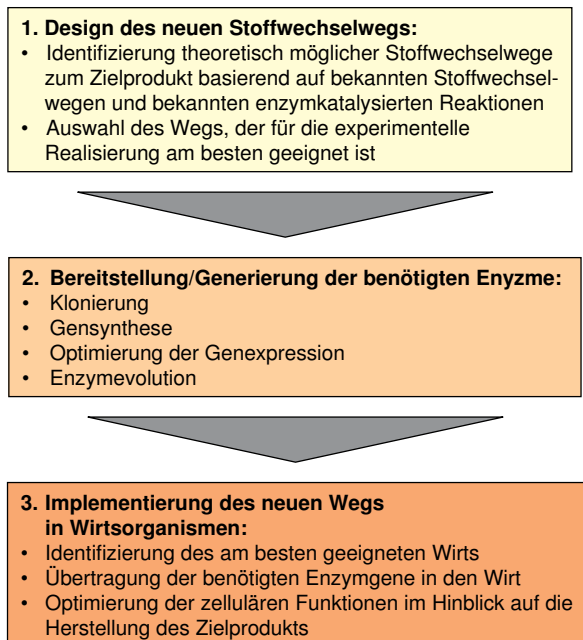


Abb. 7: Schritte zur Etablierung synthetischer Stoffwechselwege. Für viele interessante Produkte gibt es keine bekannten Biosynthesewege in der Natur. Um solche Produkte trotzdem biologisch herstellen zu können, müssen neue, synthetische Stoffwechselwege entworfen und realisiert werden. Grundlage dafür ist das Wissen über die derzeit bekannten Enzyme und Stoffwechselwege.

## Danksagung

Die Arbeiten am Institut für Biotechnologie 1 werden gefördert von der Europäischen Kommission, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie (MIWFT) des Landes Nordrhein-Westfalen, der Amino GmbH, der DSM Nutritional Products AG und der Evonik Degussa GmbH. Die Autoren bedanken sich bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Biotechnologie, die an den dargestellten Projekten beteiligt waren oder sind.

## Literatur

- BAILEY, J. E. (1991). „Toward a science of metabolic engineering“, *Science* 252, 1668–1675.
- BARTHE, P., C. ROUMESTAND, M. J. CANOVA, L. KREMER, C. HURARD, V. MOLLE und M. COHEN-GONSAUD (2009). „Dynamic and structural characterization of a bacterial FHA protein reveals a new autoinhibition mechanism“, *Structure* 17, 568–578.
- BELLMANN, A., M. VRLJIC, M. PATEK, H. SAHM, R. KRÄMER und L. EGGELING (2001). „Expression control and specificity of the basic amino acid exporter LysE of *Corynebacterium glutamicum*“, *Microbiology* 147, 1765–1774.
- BOTT, M. und A. NIEBISCH (2003). „The respiratory chain of *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Biotechnology* 104, 129–153.
- BOTT, M. (2007). „Offering surprises: TCA cycle regulation in *Corynebacterium glutamicum*“, *Trends in Microbiology* 15, 417–425.
- BROCKER, M. und M. BOTT (2006). „Evidence for activator and repressor functions of the response regulator MtrA from *Corynebacterium glutamicum*“, *FEMS Microbiology Letters* 264, 205–212.
- BROCKER, M., S. SCHAFFER, C. MACK und M. BOTT (2009). „Citrate utilization by *Corynebacterium glutamicum* is controlled by the CitAB two-component system through positive regulation of the citrate transport genes *citH* and *tctCBA*“, *Journal of Bacteriology* 191, 3869–3880.
- BROCKMEIER, U., M. CASPERS, R. FREUDL, A. JOCKWER, T. NOLL und T. EGGERT (2006). „Systematic screening of all signal peptides from *Bacillus subtilis*: A powerful strategy in optimizing heterologous protein secretion in gram-positive bacteria“, *Journal of Molecular Biology* 362, 393–402.
- BUSSMANN, M., D. EMER, S. HASENBEIN, S. DEGRAF, B. J. EIKMANNS und M. BOTT (2009). „Transcriptional control of the succinate dehydrogenase operon *sdhCAB* of *Corynebacterium glutamicum* by the cAMP-dependent regulator GlxR and the LuxR-type regulator RamA“, *Journal of Biotechnology* 143, 173–182.
- DECHEMA (2004). *Weißer Biotechnologie: Chancen für Deutschland*. Frankfurt am Main. [http://wbt.dechema.de/wbt\\_media/Downloads/Positionspapier/Positionspapier+2004.pdf](http://wbt.dechema.de/wbt_media/Downloads/Positionspapier/Positionspapier+2004.pdf) (18.09.2009).
- EGGELING, L. und M. BOTT (2005). *Handbook of Corynebacterium glutamicum*. Boca Raton.
- EGGELING, L. (2007). „L-Serine and glycine“, in: V. F. WENDISCH (Hrsg.). *Amino acid biosynthesis – pathways, regulation and metabolic engineering*. Berlin und Heidelberg, 259–272.
- EMER, D., A. KRUG, B. J. EIKMANNS und M. BOTT (2009). „Complex expression control of the *Corynebacterium glutamicum* aconitase gene: identification of RamA as a third transcriptional regulator besides AcnR and RipA“, *Journal of Biotechnology* 140, 92–98.
- ENGELS, S., J. E. SCHWEITZER, C. LUDWIG, M. BOTT und S. SCHAFFER (2004). „*clpC* and *clpPIP2* gene expression in *Corynebacterium glutamicum* is controlled by a regulatory network involving the transcriptional regulators ClgR and HspR as well as the ECF sigma factor  $\sigma^H$ “, *Molecular Microbiology* 52, 285–302.
- ENGELS, S., C. LUDWIG, J. E. SCHWEITZER, C. MACK, M. BOTT und S. SCHAFFER (2005). „The transcriptional activator ClgR controls transcription of genes involved in proteolysis and DNA repair in *Corynebacterium glutamicum*“, *Molecular Microbiology* 57, 576–591.
- ENGELS, V. und V. F. WENDISCH (2007). „The DeoR-type regulator SugR represses expression of *ptsG* in *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Bacteriology* 189, 2955–2966.
- ENGELS, V., S. N. LINDNER und V. F. WENDISCH (2008). „The global repressor SugR controls expression of genes of glycolysis and of the L-lactate dehydrogenase LdhA in *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Bacteriology* 190, 8033–8044.
- EUROPABIO (2003). *White Biotechnology: Gateway to a more sustainable future*. Lyon.
- FLEISCHMANN, R. D., M. D. ADAMS, O. WHITE *et al.* (1995). „Whole-genome random sequencing and assembly of *Haemophilus influenzae* RD“, *Science* 269, 496–512.



- FRUNZKE, J., V. ENGELS, S. HASENBEIN, C. GÄTGENS und M. BOTT (2008). „Co-ordinated regulation of gluconate catabolism and glucose uptake in *Corynebacterium glutamicum* by two functionally equivalent transcriptional regulators, GntR1 and GntR2“, *Molecular Microbiology* 67, 305–322.
- GEORGI, T., V. ENGELS und V. F. WENDISCH (2008). „Regulation of L-lactate utilization by the FadR-type regulator LldR of *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Bacteriology* 190, 963–971.
- HOFFMANN, C., A. LEIS, M. NIEDERWEIS, J. M. PLITZKO und H. ENGELHARDT (2008). „Disclosure of the mycobacterial outer membrane: Cryo-electron tomography and vitreous sections reveal the lipid bilayer structure“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, 3963–3967.
- INUI, M., H. KAWAGUCHI, S. MURAKAMI, A. A. VERTES und H. YUKAWA (2004). „Metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* for fuel ethanol production under oxygen-deprivation conditions“, *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology* 8, 243–254.
- KALINOWSKI, J., B. BATHE, D. BARTELS *et al.* (2003). „The complete *Corynebacterium glutamicum* ATCC 13032 genome sequence and its impact on the production of L-aspartate-derived amino acids and vitamins“, *Journal of Biotechnology* 104, 5–25.
- KELLE, R., T. HERMANN und B. BATHE (2005). „L-Lysine production“, in: L. EGGELING und M. BOTT (Hrsg.). *Handbook of Corynebacterium glutamicum*. Boca Raton, 465–488.
- KOCAN, M., S. SCHAFFER, T. ISHIGE, U. SORGER-HERRMANN, V. F. WENDISCH und M. BOTT (2006). „Two-component systems of *Corynebacterium glutamicum*: Deletion analysis and involvement of the PhoS-PhoR system in the phosphate starvation response“, *Journal of Bacteriology* 188, 724–732.
- KRUG, A., V. F. WENDISCH und M. BOTT (2005). „Identification of AcnR, a TetR-type repressor of the aconitase gene *acn* in *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Biological Chemistry* 280, 585–595.
- MAHAJAN, A., C. YUAN, H. LEE, E. S. W. CHEN, P. Y. WU und M. D. TSAI (2008). „Structure and function of the phosphothreonine-specific FHA domain“, *Science Signaling* 1, re12.
- MEISSNER, D., A. VOLLSTEDT, J. M. VAN DIJL und R. FREUDL (2007). „Comparative analysis of twin-arginine (Tat)-dependent protein secretion of a heterologous model protein (GFP) in three different Gram-positive bacteria“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 76, 633–642.
- MÖKER, N., M. BROCKER, S. SCHAFFER, R. KRÄMER, S. MORBACH und M. BOTT (2004). „Deletion of the genes encoding the MtrA-MtrB two-component system of *Corynebacterium glutamicum* has a strong influence on cell morphology, antibiotics susceptibility and expression of genes involved in osmoprotection“, *Molecular Microbiology* 54, 420–438.
- NIEBISCH, A., A. KABUS, C. SCHULTZ, B. WEIL und M. BOTT (2006). „Corynebacterial protein kinase G controls 2-oxoglutarate dehydrogenase activity via the phosphorylation status of the OdhI protein“, *Journal of Biological Chemistry* 281, 12300–12307.
- OKINO, S., R. NOBURYU, M. SUDA, T. JOJIMA, M. INUI und H. YUKAWA (2008a). „An efficient succinic acid production process in a metabolically engineered *Corynebacterium glutamicum* strain“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 81, 459–464.
- OKINO, S., M. SUDA, K. FUJIKURA, M. INUI und H. YUKAWA (2008b). „Production of D-lactic acid by *Corynebacterium glutamicum* under oxygen deprivation“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 78, 449–454.
- OLDIGES, M., S. LÜTZ, S. PFLUG, K. SCHROER, N. STEIN und C. WIENDAHL (2007). „Metabonomics: current state and evolving methodologies and tools“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 76, 495–511.

- PETERS-WENDISCH, P., R. NETZER, L. EGGELING und H. SAHM (2002). „3-phosphoglycerate dehydrogenase from *Corynebacterium glutamicum*: the C-terminal domain is not essential for activity but is required for inhibition by L-serine“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 60, 437–441.
- PETERS-WENDISCH, P., M. STOLZ, H. ETTERICH, N. KENNERKNECHT, H. SAHM und L. EGGELING (2005) „Metabolic engineering of *Corynebacterium glutamicum* for L-serine production“, *Applied and Environmental Microbiology* 71, 7139–7144.
- RUSSO, S., J. E. SCHWEITZER, T. POLEN, M. BOTT und E. POHL (2009). „Crystal structure of the caseinolytic protease gene regulator, a transcriptional activator in Actinomycetes“, *Journal of Biological Chemistry* 284, 5208–5216.
- SCHAAF, S. und M. BOTT (2007). „Target genes and DNA-binding sites of the response regulator PhoR from *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Bacteriology* 189, 5002–5011.
- SCHULTZ, C., A. NIEBISCH, L. GEBEL und M. BOTT (2007). „Glutamate production by *Corynebacterium glutamicum*: dependence on the oxoglutarate dehydrogenase inhibitor protein OdhI and protein kinase PknG“, *Applied Microbiology and Biotechnology* 76, 691–700.
- SCHWEITZER, J. E., M. STOLZ, R. DIESVELD, H. ETTERICH und L. EGGELING (2009). „The serine hydroxymethyltransferase gene *glyA* in *Corynebacterium glutamicum* is controlled by GlyR“, *Journal of Biotechnology* 139, 214–221.
- SHIMIZU, H. und T. HIRASAWA (2007) „Production of glutamate and glutamate-related amino acids: molecular mechanism analysis and metabolic engineering“, in: V. F. WENDISCH (Hrsg.). *Amino acid biosynthesis – pathways, regulation and metabolic engineering*. Berlin und Heidelberg, 1–38.
- STOLZ, M., P. PETERS-WENDISCH, H. ETTERICH, T. GERHARZ, R. FAURIE, H. SAHM, H. FERSTERRA und L. EGGELING (2007) „Reduced folate supply as a key to enhanced L-serine production by *Corynebacterium glutamicum*“, *Applied and Environmental Microbiology* 73, 750–755.
- WENDISCH, V. F., M. BOTT und B. J. EIKMANN (2006a). „Metabolic engineering of *Escherichia coli* and *Corynebacterium glutamicum* for biotechnological production of organic acids and amino acids“, *Current Opinion in Microbiology* 9, 268–274.
- WENDISCH, V. F., M. BOTT, J. KALINOWSKI, M. OLDIGES und W. WIECHERT (2006b). „Emerging *Corynebacterium glutamicum* systems biology“, *Journal of Biotechnology* 124, 74–92.
- WENNERHOLD, J., A. KRUG und M. BOTT (2005). „The AraC-type regulator RipA represses aconitase and other iron proteins from *Corynebacterium* under iron limitation and is itself repressed by DtxR“, *Journal of Biological Chemistry* 280, 40500–40508.
- WENNERHOLD, J. und M. BOTT (2006). „The DtxR regulon of *Corynebacterium glutamicum*“, *Journal of Bacteriology* 188, 2907–2918.

## **Frühdiagnose und Therapie der Alzheimerschen Demenz**

### **Die Alzheimersche Demenz**

Die Alzheimersche Demenz (AD), lateinisch Morbus Alzheimer, ist eine neurodegenerative Erkrankung und die am meisten verbreitete Demenzform. Im Jahr 2006 waren weltweit geschätzte 27 Millionen Menschen betroffen.<sup>1</sup> Die Pathogenese ist von einer Verschlechterung der kognitiven Leistungsfähigkeit geprägt, die meistens mit Verhaltensauffälligkeiten und neuropsychologischen Symptomen einhergeht. Im fortgeschrittenen Stadium verlieren die Patienten altbekannte Fähigkeiten und erkennen nahestehende Personen nicht wieder. Die Lebenserwartung nach der Diagnose beträgt statistisch betrachtet sieben bis zehn Jahre. Bis heute gibt es keine kausale Therapie der AD, es können lediglich die Symptome gelindert werden. Des Weiteren wird die Krankheit in der Regel zu spät diagnostiziert. Ein pathologisches Merkmal von Morbus Alzheimer, das schon lange vor den klinischen Symptomen der Krankheit bestimmbar ist, sind die so genannten *Amyloidplaques*, oder kurz *Plaques*, in den Gehirnen der Patienten (siehe Abb. 1). Diese bestehen hauptsächlich aus dem Amyloid- $\beta$ -Peptid, kurz A $\beta$ . A $\beta$  besteht aus 39 bis 42 Aminosäuren, hat Sequenzbereiche mit überwiegendem Anteil an hydrophoben Aminosäuren und entsteht durch proteolytische Spaltung des Amyloid-Vorläuferproteins (APP). Die Amyloid-Kaskadenhypothese weist A $\beta$  eine zentrale Rolle in der Pathogenese der AD zu. In dieser Hypothese wurden die Aggregation des A $\beta$  und die Ablagerung der Aggregate in Form von Plaques als Auslöser der Krankheitssymptome postuliert.<sup>2</sup> Heutzutage gibt es aber auch viele Beweise, dass vor allem kleine, lösliche A $\beta$ -Aggregatspezies eine bedeutsame Rolle im Krankheitsprozess spielen.<sup>3</sup>

### **Die Frühdiagnose der Alzheimerschen Demenz ist von fundamentaler Bedeutung**

Selbst nach dem Eintreten der symptomatischen Phase ist die Diagnose der AD nur mit maximal 90-prozentiger Sicherheit möglich. Das bedeutet, dass allein in Deutschland mit circa einer Million diagnostizierten AD-Fällen mehr als 100.000 Menschen falsch behandelt werden. Dieser Zustand ist völlig inakzeptabel. Die Pathogenese der AD beginnt bis zu 20 Jahre vor dem Eintreten der Symptome, und nach heutigem Wissen ist der entstandene Schaden im Gehirn irreversibel. Eine völlig sichere Diagnosemöglichkeit besteht erst nach dem Tod des Patienten durch den histopathologischen Nachweis unterschiedlicher Veränderungen im Gehirn. Somit sind neue Möglichkeiten, die AD früher und sicherer zu

---

<sup>1</sup> Vgl. Brookmeyer *et al.* (2007: 186).

<sup>2</sup> Vgl. Hardy und Higgins (1992: 184).

<sup>3</sup> Vgl. Haass und Selkoe (2007: 101).

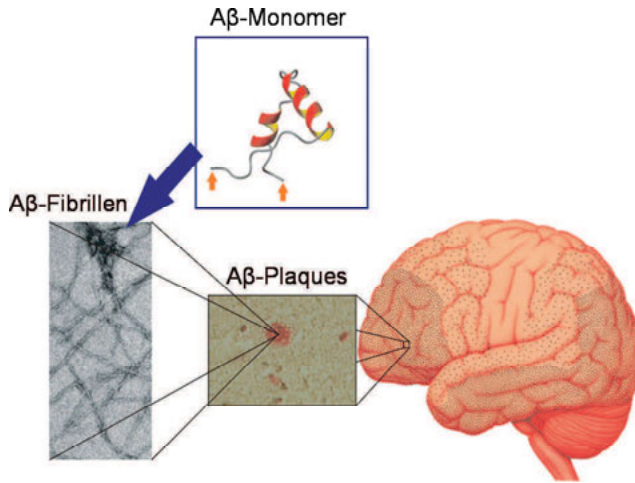


Abb. 1: Pathologie der Alzheimerschen Demenz. Monomeres A $\beta$  aggregiert zu toxischen A $\beta$ -Aggregaten und -Fibrillen (elektronenmikroskopische Aufnahme), wie sie in A $\beta$ -Plaques (lichtmikroskopische Aufnahme) im Gehirn von Patienten zu finden sind.

diagnostizieren und gegebenenfalls zu therapieren, von größtmöglichem Interesse. Tendenziell gibt es momentan zwei Ansatzpunkte für die Frühdiagnose der AD. Bei der ersten wird ein so genannter Biomarker, der den Ausbruch der Krankheit anzeigen kann, in Körperflüssigkeiten der Patienten (wie Blut oder Rückenmarksflüssigkeit) nachgewiesen. Bei der zweiten werden die Plaques in den Gehirnen der Patienten mittels eines A $\beta$ -spezifischen Stoffes (Sonde) markiert und durch *In-vivo-Imaging*-Methoden am lebenden Patienten nachgewiesen. In unserer Arbeitsgruppe beschäftigen wir uns mit beiden Methoden.

### Ein ultrasensitiver Test für den Nachweis von A $\beta$ -Aggregaten in Körperflüssigkeiten

Wie bereits oben im Text beschrieben, sind aggregierte A $\beta$ -Spezies ein fundamentales pathologisches Merkmal der AD. Pathologische Proteinaggregate können bisher nur mit eingeschränkter Präzision quantifiziert werden, so dass Verteilungsanalysen in Körperflüssigkeiten bisher schwer durchführbar sind. In unserer Arbeitsgruppe wurde ein von Dr. Eva Birkmann und Univ.-Prof. em. Dr. Detlev Riesner entwickeltes Verfahren zum Nachweis von pathologischen Prionproteinaggregaten<sup>4</sup> auf die Alzheimersche Erkrankung angewendet. Mittels *Surface-FIDA* ist ein Einzelaggregatnachweis möglich, der die genaue Quantifizierung der Aggregatanzahl ermöglicht, aber auch Aussagen über Größe und Zusammensetzung der Aggregate zulässt. Diese Methode ist von der Fluoreszenzkorrelationspektroskopie (FCS) abgeleitet. Dafür werden die in Proben von Körperflüssigkeiten enthaltenden A $\beta$ -Aggregate mittels eines spezifischen Fängers (*Capture*) auf einer Glasoberfläche immobilisiert. Anschließend werden die Aggregate durch zwei A $\beta$ -spezifische

<sup>4</sup> Vgl. Birkmann *et al.* (2006: 95) sowie Birkmann *et al.* (2007: 294).

Sonden (zum Beispiel Anti-A $\beta$ -Antikörper), die verschiedene Fluoreszenzlabel tragen, markiert (Abb. 2). Mittels konfokaler Spektroskopie können anschließend die Aggregate detektiert werden, wobei die Detektion von A $\beta$ -Monomeren ausgeschlossen werden kann. Das ist wichtig, da monomeres A $\beta$  auch in gesunden Menschen vorkommt. Da beide fluoreszenzmarkierten Sonden zahlreich an ein Aggregat binden, können während der Messung hohe Fluoreszenzintensitäten auf beiden Kanälen detektiert werden, sobald sich ein Aggregat im Messfokus befindet. Die Kreuzkorrelation der eingehenden Signale beider Fluoreszenzfarbstoffe ermöglicht es, einzelne Aggregate zu zählen. Diese können deutlich von ungebundenem Fluoreszenzfarbstoff oder monomeren Protein unterschieden werden, da sie nur geringe und nicht gleichzeitig auftretende Fluoreszenzintensitäten verursachen. Die entsprechende Methode zur Auswertung heißt 2D-FIDA (zweidimensionale Fluoreszenzintensitätsdistributionsanalyse).

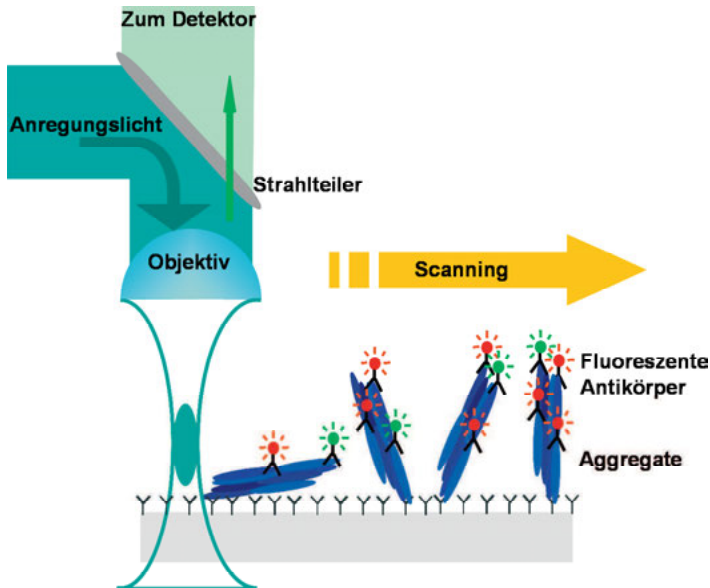


Abb. 2: Das Prinzip des Einzelaggregatnachweises (Surface-FIDA). A $\beta$ -Aggregate aus einer Probe (Rückenmarksflüssigkeit, Blut) werden mittels eines A $\beta$ -Antikörpers auf einer Glasoberfläche immobilisiert. Anschließend werden die Aggregate mittels unterschiedlicher Antikörper, die eine Fluoreszenzmarkierung tragen, markiert. Nach verschiedenen Waschschritten erfolgt die Messung mittels Fluoreszenzkorrelationspektroskopie (FCS) oder Laserscanningmikroskopie.

Eine Validierung mit synthetischem A $\beta$  zeigte, dass der Test in einem weiten Bereich von Aggregatkonzentrationen linear ist und A $\beta$ -Mengen bis in den unteren Pikogrammereich detektiert werden können. Erste Studien ergaben, dass mittels Surface-FIDA Rückenmarksflüssigkeiten von gesunden Probanden und AD-Patienten unterschieden werden können.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Vgl. Funke *et al.* (2007: 902) sowie Funke *et al.* (2008: 315).

Innerhalb der nächsten Jahre soll der eben beschriebene Test so weit entwickelt werden, dass er für die Frühdiagnose, vielleicht sogar für die Prognose der AD eingesetzt werden kann. Zusätzlich soll mit diesem Test ein Biomarker für die Begleitung von Therapieversuchen zur Verfügung stehen. Zurzeit optimieren wir die technische Durchführung des Testansatzes.

## D-enantiomere Peptide für die Frühdiagnose der Alzheimerschen Demenz

Eine weitere Möglichkeit zur Frühdiagnose der AD ist der Nachweis der pathologischen Plaques im Gehirn eines Patienten zu Lebzeiten. Dafür sind Sonden nötig, die mit hoher Spezifität und Selektivität an A $\beta$ -Plaques oder Oligomere binden. In unserer Arbeitsgruppe wurden dazu mittels Spiegelbildphagendisplay aus einer mehr als eine Milliarde verschiedener Peptide enthaltenden Bibliothek einige Peptide identifiziert, die aus D-enantiomeren Aminosäuren bestehen und mit hoher Spezifität an A $\beta$ -Fibrillen binden. Für Peptide, die aus D-enantiomeren Aminosäuren bestehen, werden im Vergleich mit den jeweiligen L-Enantiomeren eine gesteigerte Proteaseresistenz und eine geringere Immunogenität erwartet.<sup>6</sup> Das Peptid *D1* bindet sehr spezifisch und mit einer Bindungskonstante im submikromolaren Bereich an aggregiertes A $\beta$ . In Hirnschnitten werden andere amyloide Ablagerungen, die nicht aus A $\beta$  bestehen, nicht erkannt.<sup>7</sup> Erste *In-vivo*-Experimente in transgenen Alzheimermäusen zeigten eine selektive Färbung von A $\beta$ (1-42)-Ablagerungen in deren Gehirnen (Abb. 3).

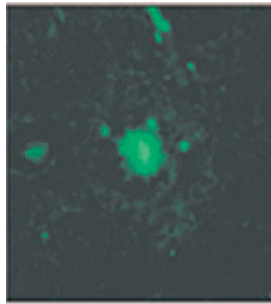


Abb. 3: Bindung von fluoreszenzmarkiertem D1-Peptid (D1-FITC) an Plaques in den Gehirnen transgener APP-PS $\Delta$ -Mäuse. Das Peptid wurde den Mäusen direkt in das Gehirn appliziert. Nach der Applikation wurden die Mäuse eingeschläfert und die Gehirne wurden auf Fluoreszenz untersucht.

Diffuse A $\beta$ -Plaques, die fast ausschließlich A $\beta$ (1-40) enthalten, werden nicht angefärbt.<sup>8</sup> Das Peptid kann, zumindest zum Teil, die Blut-Hirn-Schranke überwinden und soll Basis für die Entwicklung eines Diagnoseverfahrens mittels *In-vivo*-Imaging zur präklinischen Diagnose und zum Online-Monitoring einer möglichen AD-Therapie sein.

<sup>6</sup> Vgl. Schumacher *et al.* (1996: 1854) sowie van Regenmortel *et al.* (1998: 377).

<sup>7</sup> Vgl. Wiesehan *et al.* (2003: 748) sowie Wiesehan und Willbold (2003: 811).

<sup>8</sup> Vgl. van Groen *et al.* (2009: 276).

## A $\beta$ -Aggregation modulierende D-Peptide für die Therapie der Alzheimerschen Demenz

Die Inhibition der A $\beta$ -Aggregation oder das Auflösen bestehender amyloider Plaques im Gehirn scheinen verschiedenen Studien zufolge ein bedeutendes Ziel für die Therapie der Krankheit. Ähnlich wie oben im Text für D1 beschrieben, wurde das D-Peptid D3 identifiziert. D3 hat hochinteressante Eigenschaften, die es für die Entwicklung eines Therapeutikums prädestinieren. *In vitro* moduliert das D3-Peptid die Aggregation von A $\beta$ . Dabei wirkt es speziell auf lösliche, frei diffundierbare A $\beta$ -Oligomere, die heute als extrem toxische und frühe pathologische Agenzien bei der Entstehung der AD gelten.<sup>9</sup> Im Zellkulturtest wirkt sich das A $\beta$ -Peptid negativ auf die Zellviabilität aus. Bei Inkubation von PC12-Zellen mit A $\beta$  und D3 wird die Zellviabilität abhängig von der Konzentration von D3 auf bis zu 100 Prozent wiederhergestellt. *In vivo* reduziert D3 die amyloiden Plaques und die entzündlichen Begleiterscheinungen im Gehirn transgener AD-Mäuse (APP-PS $\Delta$ ) signifikant. Diese Mäuse exprimieren das humane Amyloid-Precursor-Protein (APP) und entwickeln ab einem Alter von circa fünf Monaten amyloide Plaques. Die über einen Monat verabreichte Gesamtmenge an D3 betrug in dieser Studie nur 9  $\mu$ g pro Tag und Maus. Die Inspektion der Gehirnschnitte zeigte eine signifikante Reduktion der amyloiden Plaques bei der Gruppe von Mäusen, die mit D3 behandelt wurde<sup>10</sup> (Abb. 4).

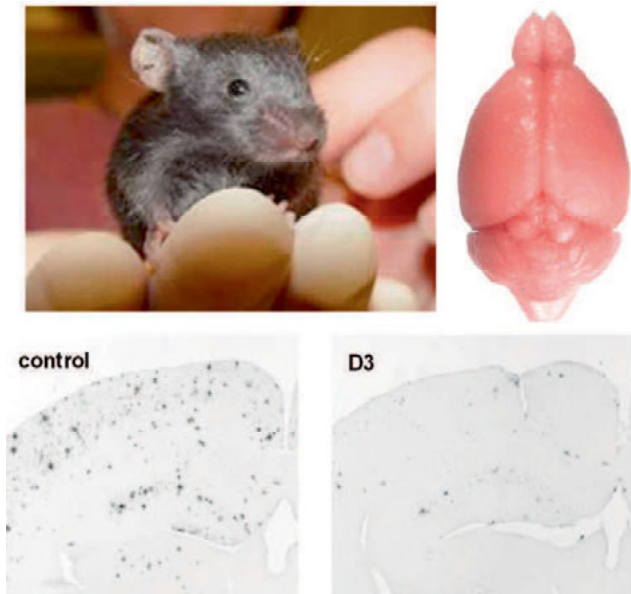


Abb. 4: Das D3-Peptid reduziert die Zahl der amyloiden Ablagerungen in den Gehirnen transgener APP-PS $\Delta$ -Mäuse. Acht Monate alte transgene Mäuse wurden ohne D3 („Control“) oder mit D3 (0,009 mg pro Tag) über einen Monat behandelt.

<sup>9</sup> Vgl. Walsh und Selkoe (2007: 1172).

<sup>10</sup> Vgl. van Groen *et al.* (2008: 1848).

Die gleiche Wirkung zeigt sich, wenn das Peptid oral (über das Trinkwasser) aufgenommen wird. Zusätzlich zeigen behandelte Mäuse eine Verbesserung ihrer kognitiven Fähigkeiten im *Morris-Water-Maze-Test* (Manuskript in Vorbereitung). Zurzeit kann über den Wirkmechanismus des D3-Peptids nur spekuliert werden. Da die Aufklärung des Wirkmechanismus möglicherweise auch fundamentale Informationen über die Entstehung und Bekämpfung der AD liefern kann, ist dies derzeit ein Hauptziel unserer Forschung.



Abb. 5: Die derzeitige Alzheimerforschungsgruppe um Dr. Susanne Aileen Funke und Univ.-Prof. Dr. Dieter Willbold.

## Literatur

- BIRKMANN, E., O. SCHÄFER, N. WEINMANN, C. DUMPITAK, M. BEEKES, R. JACKMAN, L. THORNE und D. RIESNER (2006). „Detection of prion particles in samples of BSE and scrapie by fluorescence correlation spectroscopy without proteinase K digestion“, *Biological Chemistry* 387, 95–102.
- BIRKMANN, E., F. HENKE, N. WEINMANN, C. DUMPITAK, M. GROSCHUP, A. FUNKE, D. WILLBOLD und D. RIESNER (2007). „Counting of single prion particles bound to a capture-antibody surface (surface-FIDA)“, *Veterinary Microbiology* 123, 294–304.
- BROOKMEYER, R., E. JOHNSON, K. ZIEGLER-GRAHAM und H. M. ARRIGHI (2007). „Forecasting the global burden of Alzheimer’s disease“, *Alzheimers & Dementia* 3, 186–191.
- FUNKE, S. A., E. BIRKMANN, F. HENKE, P. GÖRTZ, C. LANGE-ASSCHENFELDT, D. RIESNER und D. WILLBOLD (2007). „Single particle detection of Abeta aggregates associated with Alzheimer’s disease“, *Biochemical Biophysical Research Communications* 364, 902–907.
- FUNKE, S. A., E. BIRKMANN, F. HENKE, P. GÖRTZ, C. LANGE-ASSCHENFELDT, D. RIESNER



- und D. WILLBOLD (2008). „An ultrasensitive assay for diagnosis of Alzheimer’s disease“, *Rejuvenation Research* 11, 315–318.
- HAASS, C. und D. J. SELKOE (2007). „Soluble protein oligomers in neurodegeneration: lessons from the Alzheimer’s amyloid beta-peptide“, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 8, 101–112.
- HARDY, J. A. und G. A. HIGGINS (1992). „Alzheimer’s disease: the amyloid cascade hypothesis“, *Science* 256, 184–185.
- SCHUMACHER, T. N., L. M. MAYR, D. L. MINOR JR., M. A. MILHOLLEN, M. W. BURGESS und P. S. KIM (1996). „Identification of D-peptide ligands through mirror-image phage display“, *Science* 271, 1854–1857.
- VAN GROEN, T., K. WIESEHAN, S. A. FUNKE, I. KADISH, L. NAGEL-STEGER und D. WILLBOLD (2008). „Reduction of Alzheimer’s Disease Amyloid Plaque Load in Transgenic Mice by D3, a D-Enantiomeric Peptide Identified by Mirror Image Phage Display“, *ChemMedChem* 3, 1848–1852.
- VAN GROEN, T., I. KADISH, K. WIESEHAN, S. A. FUNKE und D. WILLBOLD (2009). „In vitro and in vivo staining characteristics of small, fluorescent, Abeta42-binding D-enantiomeric peptides in transgenic AD mouse models“, *ChemMedChem* 4, 276–284.
- VAN REGENMORTEL, M. H. und S. MULLER (1998). „D-peptides as immunogens and diagnostic reagents“, *Current Opinion in Biotechnology* 9, 377–382.
- WALSH, D. M. und D. J. SELKOE (2007). „A beta oligomers – a decade of discovery“, *Journal of Neurochemistry* 101, 1172–1184.
- WIESEHAN, K. und D. WILLBOLD (2003). „Mirror-image phage display: aiming at the mirror“, *ChemBioChem* 4, 811–815.
- WIESEHAN, K., K. BUDER, R. P. LINKE, S. PATT, M. STOLDT, E. UNGER, B. SCHMITT, E. BUCCI und D. WILLBOLD (2003). „Selection of D-amino-acid peptides that bind to Alzheimer’s disease amyloid peptide abeta1-42 by mirror image phage display“, *ChemBioChem* 4, 748–753.



# ECKHARD LAMMERT

## Die Langerhanssche Insel und der Diabetes mellitus

### Langerhanssche Inseln

#### Entdecker Paul Langerhans

Erst vor 140 Jahren wurden die Langerhansschen Inseln beschrieben.<sup>1</sup> Diese Inseln sind heute sehr bekannt, weil sie eine wichtige Rolle bei der Regulation des Blutzuckers und dem Diabetes mellitus spielen. Paul Langerhans entdeckte diese Zellaggregate während seiner mikroskopischen Untersuchungen von Schnitten durch die Bauchspeicheldrüse (Abb. 1), wofür er seinen Dokortitel erhielt.

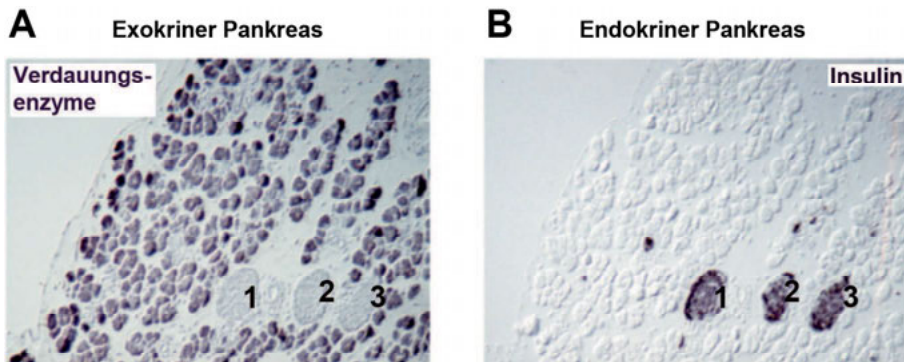


Abb. 1: Lichtmikroskopische Aufnahmen von zwei konsekutiven Paraffinschnitten durch die Bauchspeicheldrüse (das Pankreas) der Maus. (A) Im ersten Schnitt sind die exokrinen Pankreaszellen dunkel eingefärbt. Diese exokrinen Zellen bilden die Hauptmasse der Bauchspeicheldrüse aus und sind in Form von Beeren oder Acini gruppiert. Sie produzieren Verdauungsenzyme, die in die Pankreasgänge abgegeben werden und schließlich die Nahrung im Dünndarm verdauen. (B) Im zweiten Schnitt sind die Insulin produzierenden Betazellen dunkel eingefärbt. Diese bilden so genannte Langerhanssche Inseln aus, die Insulin ins Blut abgeben. Die Betazellen der Langerhansschen Inseln werden endokrin genannt, weil sie Insulin ins Innere des Körpers abgeben. Drei Langerhanssche Inseln (1, 2, und 3) sind auf diesen beiden konsekutiven Schnitten zu erkennen. Sie bestehen jeweils aus einigen Dutzend Insulin produzierenden Betazellen.

Die Zellaggregate bestehen aus wenigen Dutzend bis einigen Tausend Zellen, haben eine ovale Gestalt und liegen verstreut in der Bauchspeicheldrüse vor. Die menschliche Bauchspeicheldrüse besitzt zwischen einer und zwei Millionen Langerhanssche Inseln. Die Bauchspeicheldrüse wird auch Pankreas genannt. Dieser Name setzt sich aus den griechischen Wörtern „pan“ und „kreas“ zusammen und heißt übersetzt „alles Fleisch“.

<sup>1</sup> Vgl. Howard und Hess (2002).

## Morphologie

Der Großteil der Bauchspeicheldrüse besteht aus so genannten exokrinen Pankreaszellen (Abb. 1A). Dies sind Zellen, die Verdauungsenzyme in die Pankreasgänge absondern. Die exokrinen Zellen bilden so genannte Acini (das lateinische Wort für Beeren), die mit den Pankreasgängen verbunden sind. Diese Gänge vereinigen sich zu immer größer werdenden Gängen, die schließlich in den großen Pankreasgang münden, der auch Gang von Wirsung genannt wird. Der Pankreasgang leitet die Verdauungsenzyme des exokrinen Pankreas dann in den Zwölffingerdarm. Dort werden die Enzyme aktiviert und fangen an, die Nahrungsbestandteile zu spalten.

Die Langerhansschen Inseln stellen nur ein bis zwei Prozent des gesamten Pankreasgewebes dar. Im Gegensatz zu den Acini bestehen die Inseln nicht aus exokrinen Zellen (das heißt Zellen, die ihre Sekrete in Pankreasgänge abgeben), sondern aus endokrinen Zellen, die ihre Polypeptidhormone in den Blutstrom absondern. Die Betazellen bilden die Mehrzahl der endokrinen Zellen der Langerhansschen Inseln. Sie scheiden Insulin bei ansteigenden Blutzuckerwerten aus. Das Insulin gelangt in den Blutstrom und bindet an Rezeptoren auf der Zelloberfläche von zahlreichen Zellen, wie zum Beispiel Muskel- oder Fettzellen. Die Aktivierung der Insulinrezeptoren bewirkt, dass der Blutzucker in die Zellen aufgenommen und als Energieträger genutzt werden kann.

## Betazellen

Die Betazellen sind die einzigen Zellen im gesamten Organismus, die Insulin produzieren und in Abhängigkeit von der Zuckerkonzentration im Blut abgeben können. Aus diesem Grund sind sie für den menschlichen Körper sowie den Körper jedes Säuge- oder Wirbeltieres unentbehrlich. Dementsprechend führt ein Fehlen der Betazellen zu einem schweren Diabetes mellitus.

Die Wichtigkeit dieser Zellen für die Insulinproduktion und Blutzuckerkontrolle ist durch Versuche an Hunden belegt worden. Oskar Minkowsky und Joseph Freiherr von Mering führten vor 120 Jahren diese Experimente durch. Die Forscher entfernten bei Hunden den gesamten Pankreas und entdeckten, dass die Hunde einen schweren Diabetes mellitus entwickelten.

Um zu zeigen, dass die Langerhansschen Inseln für die Blutzuckerkontrolle verantwortlich sind, haben andere zeitgenössische Wissenschaftler den Pankreasgang von Hunden abgebunden, wodurch sich das exokrine Pankreasgewebe zurückbildete, während die Langerhansschen Inseln erhalten blieben. Da die Hunde keinen Diabetes entwickelten, wurde der Schluss gezogen, dass die exokrinen Pankreaszellen nichts mit der Regulierung des Blutzuckers zu tun haben. Da sich nach Entfernung des restlichen Teils des Pankreas, der die Langerhansschen Inseln enthielt, ein Diabetes einstellte, lag die Vermutung nahe, dass es die von Paul Langerhans entdeckten Zellaggregate sind, die für die Blutzuckerkontrolle und Vermeidung des Diabetes mellitus notwendig sind.

## Insulinproduktion

Vor 88 Jahren entdeckten Frederik Banting und Charles Best das Insulin. Sie isolierten einen Extrakt aus Pankreasgewebe, dessen exokriner Teil durch Verschluss des Pankreasgangs zurückgebildet war. An diabetischen Hunden konnten die beiden Forscher nach-

weisen, dass ihr Extrakt die Hunde vor den tödlichen Folgen des Diabetes bewahrte. Sie nannten das Pankreasextrakt zunächst „Isletin“ nach seiner Gewebequelle, den Inseln, die im Englischen als „Islets“ bezeichnet werden. Kurze Zeit später etablierte sich jedoch der Name „Insulin“.

Mit Hilfe der Firma Eli Lilly aus Indianapolis in den Vereinigten Staaten von Amerika konnte schließlich das Insulin aus den Bauchspeicheldrüsen von Rindern und Schweinen in großen Mengen isoliert und für die Behandlung des menschlichen Diabetes zur Verfügung gestellt werden.

Insulin ist ein Polypeptid oder Eiweiß, das in den Betazellen der Langerhansschen Inseln in Form von Zinkkristallen gelagert wird, die in elektronenmikroskopischen Aufnahmen gut erkennbar sind (Abb. 2). Diese Insulinkristalle sind von einer Lipid-Doppelschicht umgeben, die eine geschlossene Tasche, auch Vesikel genannt, um den Insulinkristall herum ausbildet. Eine Betazelle enthält mehr als 10.000 Insulinkristalle, die in der Fachwelt als Insulingranula bezeichnet werden. Die Vesikel nennt man auch sekretorische Vesikel, weil sie das Insulin bei Anstieg des Blutzuckers sekretieren, das heißt nach außen absondern.

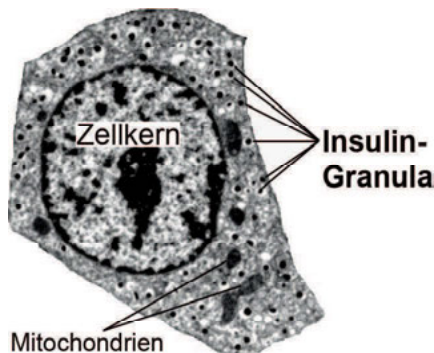


Abb. 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme eines hauchdünnen Schnittes durch eine Betazelle. Diese enthält Insulin in Form von Zinkkristallen, die Insulingranula genannt werden und in diesem Bild wie schwarze Punkte aussehen. Jedes Insulingranulum ist eingeschlossen in einem Vesikel, das aus einer Lipiddoppelschicht besteht. Der Raum zwischen dem Insulingranulum und der Lipiddoppelschicht sieht wie das Eiweiß eines Spiegeleis aus, wenn man sich das schwarze Granulum als Eigelb vorstellt. In der Mitte der Betazelle liegt der Zellkern, die Schaltzentrale der Zelle. Mitochondrien befinden sich neben den Insulingranula im Zellinneren. Diese Zellorganellen nutzen den Blutzucker, um ATP herzustellen.

### Insulinsekretion

Betazellen stehen in direktem Kontakt zu vielen kleinen Blutgefäßen, die Kapillaren genannt werden (Abb. 3). Durch diesen engen Kontakt mit Blutgefäßen wird sichergestellt, dass der Zucker im Blut rasch zu den Betazellen gelangt. Spezielle Glukosetransporter fungieren dann ähnlich einer Klapptür und befördern den Zucker rasch ins Innere der Betazelle. Dort wird er sofort in Energie umgesetzt. Die Energie wird in Form eines Energieträgers namens ATP (Adenosintrisphosphat) gespeichert. Das ATP wird in den Mitochondrien her-

gestellt (Abb. 2) und veranlasst eine Reihe von Veränderungen an der Zelloberfläche, die dazu führen, dass die sekretorischen Vesikel mit der Zelloberfläche verschmelzen und das Insulin freisetzen. Dieses wird dann in den Blutstrom aufgenommen und verteilt sich rasch im gesamten Körper. Die Bindung von Insulin an Insulinrezeptoren von Muskel- und Fettzellen sorgt schließlich für die Aufnahme des Blutzuckers in diese Zellen, wodurch der Blutzucker sinkt.

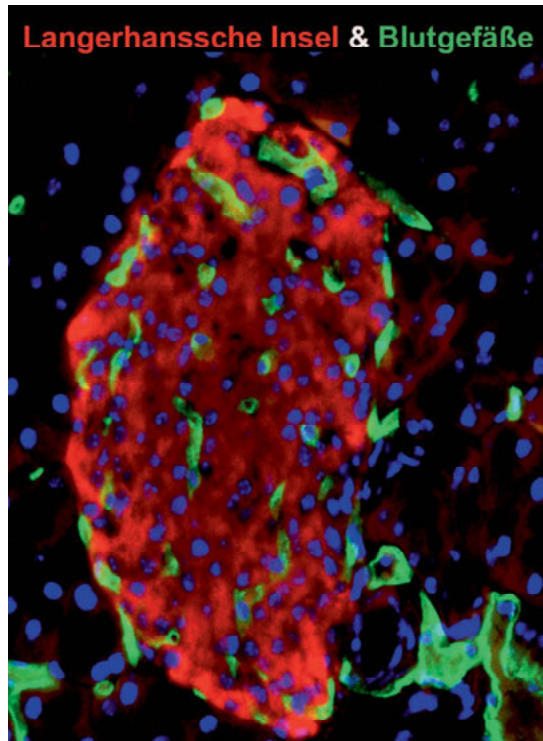


Abb. 3: Fluoreszenzlichtmikroskopische Aufnahme eines Schnittes durch die Bauchspeicheldrüse einer Maus. Rot dargestellt ist eine Langerhanssche Insel; die Blutgefäße sind grün eingefärbt. Zahlreiche kleine Blutgefäße oder Kapillaren sind in der Langerhansschen Insel zu erkennen. Die Zellkerne der Pankreaszellen (blau) sehen wie Punkte aus. Rechts unten ist ein großes Blutgefäß (grün) zu erkennen.

## Wachstum

Die Langerhansschen Inseln können sich vergrößern, wenn der Bedarf des Körpers nach Insulin ansteigt.<sup>2</sup> Wächst zum Beispiel ein Kind zu einem Erwachsenen heran, nimmt seine Körpergröße zu, und es nimmt mehr Nahrung zu sich. Entsprechend wird mehr Insulin benötigt. Um dem erhöhten Bedarf gerecht zu werden, vermehren sich die Betazellen der

<sup>2</sup> Vgl. Yesil und Lammert (2008).

Langerhansschen Inseln und jede Betazelle vergrößert sich, so dass die Inseln insgesamt größer werden und mehr Insulin freisetzen können.

Im Allgemeinen steigt immer dann der Bedarf an Insulin, wenn das Körpergewicht zunimmt. Zum Beispiel müssen sich die Inseln bei Übergewicht vergrößern. Ebenfalls nimmt die Größe der Langerhansschen Inseln bei der Mutter während der Schwangerschaft zu. Häufig geht ein Übergewicht oder eine Schwangerschaft mit einem Zustand einher, in dem die Zellen des Körpers mehr Insulin benötigen, um Blutzucker aufzunehmen. Dieser Zustand wird als „Insulinresistenz“ bezeichnet und kann unterschiedlich ausgeprägt ausfallen.

## Tod

Umgekehrt können die Langerhansschen Inseln schrumpfen, sprich kleiner werden, wenn der Bedarf nach Insulin sinkt. Dies ist der Fall, wenn eine Person abnimmt und an Gewicht verliert. Ebenfalls werden die Inseln kleiner nach der Schwangerschaft, so dass die Langerhansschen Inseln der Mutter wieder ihre ursprüngliche Größe erhalten, die sie vor der Schwangerschaft hatten. Dieses Kleinerwerden der Inseln kommt in der Regel dadurch zustande, dass einige Betazellen anfangen zu sterben und nicht vollständig durch neue Betazellen ersetzt werden. Ebenfalls schrumpft jede Betazelle ein wenig.

## Diabetes mellitus

### Name

Der Name „Diabetes mellitus“ setzt sich aus dem griechischen Wort „Diabetes“ und dem lateinischen Wort „mellitus“ zusammen. „Diabetes“ heißt Durchfluss, und „mellitus“ heißt honigsüß. Diese Bezeichnung bezieht sich darauf, dass ein Diabetiker verstärkt einen zuckerhaltigen Urin ausscheidet. Aus diesem Grund war der süße Geschmack des Harns eines Patienten mit verstärktem Harndrang oder Diabetes ein Teil der Diagnostik des „Diabetes mellitus“. Erst vor etwa 150 Jahren entwickelte Hermann von Fehling einen chemischen Nachweis für Zucker, mit dem sich dieser im Urin nachweisen ließ.<sup>3</sup> Das Vorhandensein von Zucker im Urin hat vermutlich den Namen „Zuckerkrankheit“ als Bezeichnung des Diabetes mellitus bedingt.

Das Ausscheiden von Zucker kommt beim Diabetiker davon, dass die Zuckerkonzentration im Blut besonders hoch ist. Dadurch wird die so genannte Nierenschwelle überschritten, und der überschüssige Zucker gelangt in den Urin. Beim Stoffwechselgesunden liegt der Blutzuckerwert immer unterhalb der Nierenschwelle, so dass sich Zucker nicht im Harn nachweisen lässt.

### Typen des Diabetes

Der französische Physiologe Étienne Lancereaux unterschied im 19. Jahrhundert zum ersten Mal zwischen zwei Typen des Diabetes. Den einen Typ nannte er „Diabète maigre“, auf Deutsch „mageren Diabetes“. Dieser wird heute Typ-I-Diabetes oder jugendlicher Diabetes genannt. Den anderen Typ, der heute Typ-II-Diabetes oder Altersdiabetes genannt wird, bezeichnete er als „Diabète gras“, auf Deutsch „fetten Diabetes“.

<sup>3</sup> Vgl. Howard und Hess (2002).

### **Typ-I-Diabetes**

Der Typ-I-Diabetes ist eine Autoimmunerkrankung, die häufig im Kindesalter oder in der Jugend auftritt.<sup>4</sup> Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass die Langerhansschen Inseln, insbesondere die Insulin produzierenden Betazellen, durch das eigene fehlgeleitete Immunsystem zerstört werden. Sind die meisten Betazellen zerstört, so fehlt dem Körper das Insulin, der Blutzucker steigt dramatisch an, und die Muskel- und Fettzellen erhalten nicht mehr den Zucker als Energieträger. Dies führt dazu, dass der Zucker mit viel Flüssigkeit massiv über den Urin ausgeschieden wird. Es kommt zu einer Dehydrierung des Körpers sowie zum Abbau von Muskel- und Fettgewebe. Aufgrund der mit diesem Diabetes einhergehenden Gewichtsabnahme hat Lancereaux diese Form des Diabetes als „Diabète maigre“ bezeichnet.

Wie bei einem Hungernden wechselt der Stoffwechsel des Typ-I-Diabetikers auf andere Energieträger, insbesondere Fett und Eiweiß. Beim Abbau von Eiweiß kommt es zur Entstehung giftiger Substanzen, so dass ein Typ-I-Diabetes ohne Behandlung zum Tod führt. Nur durch Injektion des von Banting und Best entdeckten und heute gentechnisch hergestellten Insulins ist ein Überleben des Typ-I-Diabetikers möglich.

### **Typ-II-Diabetes**

Der Typ-II-Diabetes ist keine Autoimmunerkrankung, obwohl man heute auch von einer immunologischen Komponente dieser Erkrankung ausgeht. In der Regel kommt es erst durch einen als Insulinresistenz bezeichneten Zustand zur Entstehung des Typ-II-Diabetes. Wie oben beschrieben bedeutet dies, dass der Organismus wesentlich mehr Insulin benötigt, um den Blutzucker auf einem normalen Niveau zu halten. Eine Ursache der Insulinresistenz ist häufig ein Übergewicht, eine Fettleibigkeit und/oder bestimmte lösliche Faktoren des Immunsystems.

Interessanterweise sind die meisten Menschen in der Lage, mit einer Insulinresistenz umzugehen, indem ihre Langerhansschen Inseln mehr Insulin produzieren und somit dem Körper mehr Insulin zur Verfügung stellen.<sup>5</sup> Bei einigen insulinresistenten Menschen funktioniert dies aber nur vorübergehend oder gar nicht, und es kommt schließlich zu einer Situation, bei der weniger Insulin von den Langerhansschen Inseln zur Verfügung gestellt wird, als für eine Normalisierung des Blutzuckers benötigt wird. Als Folge steigt der Blutzuckerwert an, jedoch nicht so dramatisch wie bei dem Typ-I-Diabetiker. Dennoch kommt es zur Ausscheidung von Zucker in den Urin, wodurch der Name Diabetes mellitus auch hier gerechtfertigt ist.

Im Gegensatz zu Typ-I-Diabetikern leben die meisten Typ-II-Diabetiker anfänglich ohne größere Beeinträchtigung. Allerdings kommt es bei einem unbehandelten Typ-II-Diabetiker langfristig zu einer Reihe von schweren Komplikationen (siehe unten). Während ein Typ-I-Diabetiker nicht ohne Insulin auskommt, kann der Typ-II-Diabetiker häufig durch eine Umstellung der Lebensweise therapiert werden, die darin besteht, dass der Patient weniger isst und sich mehr bewegt. Ist mit dieser einfachen und natürlichen Therapie der Typ-II-Diabetes nicht in den Griff zu bekommen, so werden Medikamente in Tablettenform angewendet. Erst wenn auch diese nicht zur gewünschten Verbesserung des Blutzuckers führen, muss Insulin als Therapieform eingesetzt werden.

---

<sup>4</sup> Vgl. Lammert (2008a).

<sup>5</sup> Vgl. Lammert (2008c).



## **Komplikationen**

Die Komplikationen eines schlecht oder nicht behandelten Diabetes mellitus sind sehr ernst zu nehmen.<sup>6</sup> Der Diabetes ist zum Beispiel die Hauptursache für Erblindungen in den Industrienationen. Auch kann ein schlecht eingestellter Diabetes zu Amputationen, Nierenversagen sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen. Seit einiger Zeit wird sogar angenommen, dass Patienten mit einem schlecht eingestellten Diabetes ein erhöhtes Risiko haben, an Krebs zu erkranken. Die Hypothese, dass viele der für die Wohlstandsgesellschaft typischen Erkrankungen wenigstens teilweise durch einen Diabetes verursacht werden, ist daher nicht ganz von der Hand zu weisen.

## **Epidemie**

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat festgestellt, dass derzeit mehr als 200 Millionen Menschen weltweit vom Diabetes mellitus betroffen sind. Es wird davon ausgegangen, dass in einigen Industrienationen, wie zum Beispiel in den Vereinigten Staaten von Amerika, jeder 15. Bürger am Diabetes erkrankt ist. Dies ist umso erschreckender, als damit gerechnet wird, dass die Zahl der Diabeteserkrankungen in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Aus diesem Grund bezeichnet die WHO den Diabetes als eine Epidemie.

## **Kosten**

Aufgrund dieser Zahlen ist es kein Wunder, dass die Diabeteserkrankungen hohe Kosten für die Gesundheitssysteme verursachen. Zwischen fünf und 20 Prozent der Gesundheitsausgaben der Industrienationen werden für die Behandlung des Diabetes mellitus und seiner Folgeerkrankungen ausgegeben. Beispielsweise hat der Diabetes die USA im Jahr 2005 mehr als 100 Milliarden US\$ gekostet.

Da der Typ-II-Diabetes die überwiegende Anzahl der Diabetesfälle ausmacht, besteht derzeit bei der pharmazeutischen Industrie ein großes Interesse daran, Medikamente in Tablettenform gerade für diesen Typ des Diabetes zu entwickeln. Dabei rückt leider der Typ-I-Diabetes, von dem nur etwa fünf bis maximal zehn Prozent der Diabetiker betroffen sind, etwas in den Hintergrund. Tatsächlich ist aber der Typ-I-Diabetes die gefährlichste und älteste Form des Diabetes. Bereits im ägyptischen Papyrus Ebers sowie im indischen Sanskrit viele Jahrhunderte vor Christus ist der Typ-I-Diabetes beschrieben worden. Ebenfalls wurde das Insulin als erstes Diabetesmedikament eigens für den Typ-I-Diabetes entwickelt, aber bis heute steht für diesen Diabetes, im Gegensatz zum Typ-II-Diabetes, noch kein Medikament in Tablettenform zur Verfügung.

Beim Typ-II-Diabetes sieht die Sache anders aus. Zum einen hat sich diese Form des Diabetes erst durch das Leben in der Wohlstandsgesellschaft so stark und rasant verbreitet. Zum anderen könnte der Typ-II-Diabetes durch Veränderungen des Lebensstils wenigstens teilweise verhindert werden. Maßnahmen zur Diabetesvorbeugung wie zum Beispiel mehr körperliche Aktivität und weniger Nahrung könnten den Typ-II-Diabetes eindämmen, wenn diese bereits im Kindes- und Jugendalter getroffen werden.

Nichtsdestotrotz könnten die besten vorbeugenden Maßnahmen den Typ-II-Diabetes mellitus nicht vollkommen verhindern. Schließlich hat sich unsere Gesellschaft erst in

---

<sup>6</sup> Vgl. Lammert (2008a).

den letzten zwei Jahrhunderten von einer in der Landwirtschaft körperlich arbeitenden in eine am Computer oder an der Kasse sitzende Gesellschaft dramatisch gewandelt. Des Weiteren stehen selbst zwei oder drei Termine pro Woche im Fitnessstudio in keinem Verhältnis zur täglichen körperlichen Arbeit unserer Vorfahren. Diese gesellschaftliche Entwicklung lässt sich nicht umkehren, und der Typ-II-Diabetes könnte der Preis für den Gesellschaftswandel sein, der den Menschen ansonsten mehr Wohlstand und ein längeres und ungefährlicheres Leben beschert hat.

## **Die Blutgefäße und der Diabetes**

### **Die Blutgefäße des Herz-Kreislauf-Systems**

Eine häufige Komplikation eines nicht oder nur schlecht behandelten Diabetes mellitus sind Schäden an Blutgefäßen.<sup>7</sup> Die durch den Diabetes hervorgerufene Erblindung ist zum Beispiel auf Veränderungen in Blutgefäßen zurückzuführen.

Blutgefäße sind gewissermaßen die Pipelines im menschlichen Körper sowie im Körper aller Wirbeltiere, die den gesamten Organismus mit Energieträgern und Sauerstoff versorgen. In der Regel kann der Sauerstoff nur durch wenige Zellen gelangen, was mit seiner geringen Löslichkeit in wässriger Lösung zu tun hat. Damit aber alle Zellen des Körpers genügend Energieträger und Sauerstoff erhalten, um zu überleben, sind Blutgefäße sehr zahlreich in jedem Gewebe vertreten.

Blutgefäße sind Teil des Herz-Kreislauf-Systems. Die großen Arterien bringen das sauerstoffhaltige Blut vom Herzen in die Gewebe. Dabei teilen sich die Arterien in immer kleiner werdende Blutgefäße auf, die schließlich so klein sind, dass die Sauerstoff tragenden roten Blutkörperchen nur „im Gänsemarsch“ durch diese Gefäße hindurch wandern können. Diese kleinsten Blutgefäße werden „Kapillaren“ genannt, und in diesen Kapillaren findet der eigentliche Austausch zwischen Gewebe und Blut statt. Aufgrund dieser wichtigen Funktion der Blutgefäße wird klar, dass deren Verschluss zum Tod des umliegenden Gewebes führt, da dessen Zellen nicht mehr ausreichend mit Energieträgern und Sauerstoff versorgt werden.

### **Die Blutgefäße der Langerhansschen Inseln**

Interessanterweise gibt es besonders viele Blutgefäße in den Langerhansschen Inseln.<sup>8</sup> Fast alle Blutgefäße sind Kapillaren oder sehr kleine Arterien, so genannte Arteriolen.

Der erste Beweis dafür, dass diese Kapillaren wichtig für die Langerhansschen Inseln sind, wurde vor sechs Jahren erbracht.<sup>9</sup> Mit Hilfe von transgenen Mäusen konnte gezeigt werden, dass eine verringerte Dichte an Blutgefäßen in den Langerhansschen Inseln dazu führt, dass der Organismus nicht ausreichend mit Insulin versorgt wird und der Blutzucker steigt. Ebenfalls produzieren die Betazellen ohne eine hohe Dichte an Kapillaren weniger Insulin, bilden weniger insulingefüllte sekretorische Vesikel und vermehren sich weniger, so dass die Langerhansschen Inseln kleiner sind.

---

<sup>7</sup> Vgl. Lammert (2008c).

<sup>8</sup> Vgl. Nikolova *et al.* (2007).

<sup>9</sup> Vgl. Lammert *et al.* (2003).

Diese experimentellen Befunde weisen darauf hin, dass Blutgefäße möglicherweise nicht nur eine Rolle bei diabetischen Komplikationen, sondern dass sie bereits eine wichtige Rolle bei der Entstehung des Typ-II-Diabetes spielen. So entwickelt zum Beispiel nur ein kleiner Teil der Menschen mit Insulinresistenz einen Typ-II-Diabetes. Aus diesem Grund wurde die Hypothese aufgestellt, dass Veränderungen der kleinen Blutgefäße in den Langerhansschen Inseln einen Typ-II-Diabetes mellitus auslösen, wenn eine Insulinresistenz vorliegt.

### **Die Besonderheit der Kapillaren**

In jedem Gewebe befinden sich Kapillaren, jedoch sehen sie in allen Geweben anders aus. Die Kapillaren des Großhirns sind zum Beispiel sehr dick und ihre Zellen eng miteinander verbunden, so dass ein freier Austausch zwischen Blut und Nervengewebe verhindert wird.<sup>10</sup> Letztere Eigenschaft wird als Blut-Hirn-Schranke bezeichnet. Ihre Aufgabe ist es, gefährliche Substanzen oder infektiöse Agenzien vom Hirn als der unverzichtbaren Schaltzentrale des gesamten Organismus fernzuhalten.

In den Langerhansschen Inseln sehen die Kapillaren hingegen ganz anders aus als im Gehirn. Sie sind sehr zart und dünn und weisen zahlreiche Öffnungen auf, die einen Austausch mit dem Blut erleichtern. Diese hohe Durchlässigkeit der Kapillaren in den Langerhansschen Inseln erleichtert vermutlich die Blutzuckerkontrolle und Insulinsekretion, weil der Blutzucker schneller zu den Betazellen gelangt und das Insulin schneller ins Blut abgegeben werden kann. Allerdings könnten die durchlässigen Kapillaren die kostbaren Insulin produzierenden Betazellen auch leichter für gefährliche Substanzen und Infektionen zugänglich machen. Letztere könnten so besonders leicht einen Schaden in den Inseln anrichten. Diese Schädigung könnte dann zu einer Entzündung und in der Folge zu einer Zerstörung der Langerhansschen Inseln führen, wodurch es zum Ausbruch eines Typ-I-Diabetes kommt. Tatsächlich werden verschiedene Viren und Chemikalien mit einem Typ-I-Diabetes in Verbindung gebracht.

Interessanterweise ähneln die Kapillaren der Langerhansschen Inseln sehr den Kapillaren, die sich in den Einheiten der Niere (Glomeruli) befinden, in denen das Blut filtriert wird. Die Kapillaren der Glomeruli sind besonders empfindlich gegenüber hohen Blutzuckerwerten, so dass es bei schlecht therapierten Diabetikern zum Nierenversagen kommen kann. Aufgrund der morphologischen Ähnlichkeit zwischen den Kapillaren der Langerhansschen Inseln und den Kapillaren der Nierenglomeruli kann angenommen werden, dass auch die Kapillaren der Inseln durch hohe Blutzuckerwerte geschädigt werden. Dies wäre besonders fatal, da hierdurch ein Teufelskreis in Gang käme. Wäre nämlich der Blutzuckerwert für eine bestimmte Zeit so hoch, dass die Blutgefäße der Langerhansschen Inseln geschädigt werden, käme es in der Folge zur Einschränkung der Betazellfunktion, so dass ein Diabetes mellitus nicht mehr heilbar wäre.

### **Bessere Medikamente zur Diabetesbehandlung**

Viele neue Medikamente sind in den letzten Jahren für die Behandlung des Typ-II-Diabetes mellitus auf den Markt gekommen.<sup>11</sup> Die meisten bewirken, dass die Betazellen der

---

<sup>10</sup> Vgl. Lammert (2008b).

<sup>11</sup> Vgl. Lammert (2008a).

Langerhansschen Inseln mehr Insulin produzieren und ausscheiden und somit besser den Blutzucker regulieren können.

Für die Behandlung des Typ-I-Diabetes mellitus stehen nun zahlreiche veränderte Insulinformen zur Verfügung, deren Langzeitwirkungen aber noch unzureichend untersucht sind. Allerdings ermöglichen diese Insulinformen eine bessere Therapie des Typ-I-Diabetes mit weniger Unterzuckerungen.

Die Tatsache, dass weiterhin ein Großteil der Gesundheitskosten für die Behandlung der diabetischen Komplikationen aufgewendet wird, zeigt jedoch deutlich, dass die Therapie des Typ-I- und des Typ-II-Diabetes mellitus noch nicht optimal ist. Aus diesem Grund besteht nach wie vor ein großer Bedarf an neuen Medikamenten und besseren Therapieformen. Während die Mehrheit der derzeitig benutzten Medikamente die Betazellfunktion steigert, gibt es bislang noch keine Medikamente für die kleinen Blutgefäße, um sowohl die Funktion der Betazellen zu verbessern als auch die Blutgefäß-Komplikationen beim Typ-II-Diabetes zu verhindern. Auch gibt es bislang noch keine Medikamente, die die autoimmune Zerstörung der Betazellen bei Typ-I-Diabetikern verhindern und eine Regeneration der körpereigenen Betazellen fördern. Es ist also noch viel Entwicklungsarbeit zu tun, um sowohl den Typ-I- als auch den Typ-II-Diabetes mellitus medikamentös besser in den Griff zu bekommen.

## Literatur

- HOWARD, J. M. und W. HESS (2002). *History of the PANCREAS – Mysteries of a hidden organ*. New York.
- LAMMERT, E., G. GU, M. MCLAUGHLIN, D. BROWN, R. BREKKEN, L. C. MURTAUGH, H. P. GERBER, N. FERRARA und D. A. MELTON (2003). „Role of VEGF-A in vascularization of pancreatic islets“, *Current Biology* 13, 1070–1074.
- LAMMERT, E. (2008a). „Blutgefäße und die Entstehung des Diabetes mellitus“, in: A. VERSEHERRMANN (Hrsg.) *Spitzenforschung in der Diabetologie*. Lampertheim, 32–37.
- LAMMERT, E. (2008b). „Developmental biology. Brain Wnts for blood vessels“, *Science* 322, 1195–1196.
- LAMMERT, E. (2008c). „The vascular trigger of type II diabetes mellitus“, *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes* 116, S1: 21–25.
- NIKOLOVA, G., B. STRILIC und E. LAMMERT (2007). „The vascular niche and its basement membrane“, *Trends in Cell Biology* 17, 19–25.
- YESIL, P. und E. LAMMERT (2008). „Islet dynamics: a glimpse at beta cell proliferation“, *Histology and Histopathology* 23, 883–895.

# THOMAS KLEIN

## Was kann man von der Fliegenborste lernen?

### Einleitung

Die Biologie bedient sich oft so genannter Modellorganismen, um grundlegende biologische Prozesse zu studieren. Die Hoffnung ist dabei, dass diese Prozesse in einer großen Anzahl von Organismen prinzipiell ähnlich ablaufen und man deshalb mit dem Studium eines Modellorganismus grundsätzliche Prinzipien beziehungsweise Mechanismen identifiziert, die in vielen verschiedenen Organismen einer oder sogar mehrerer Tierklassen wirken. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass dies auch in sehr vielen Fällen zutrifft. So sind beispielsweise die Gene, die den Zellzyklus von sich teilenden Zellen regeln, zuerst in der Hefe und dann in allen anderen eukaryontischen Zellen identifiziert worden. Dabei wurde die Entdeckung der Gene in anderen eukaryontischen Zellen durch deren vorherige Isolation in der Hefe wesentlich erleichtert, wahrscheinlich sogar erst ermöglicht. Weiter wurden viele der Signalketten, die bei vielzelligen Tieren (Metazoen) die Kommunikation zwischen Zellen vermitteln, zuerst in Modellorganismen wie der Taufliege *Drosophila melanogaster* isoliert und charakterisiert. Diese Signalketten spielen in entwicklungsbiologischen Prozessen, der Homöostase von Geweben und bei der Entstehung menschlicher Krankheiten eine bedeutende Rolle. Die Deregulation der Aktivität der menschlichen Varianten dieser Signalketten ist beispielsweise ein wichtiger Faktor bei der Entstehung von Krebs. Viel von dem, was wir über ihre Funktion wissen, stammt aus Studien an Modellorganismen. Des Weiteren sind genetische Netzwerke aufgedeckt worden, die im Grundsatz in allen Metazoen wirken. Modellorganismen zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich zum Beispiel kostengünstig und effizient im Labor halten lassen und über eine gut etablierte Genetik, kurze Generationszeiten, eine gute Zugänglichkeit der Embryonen und ein sequenziertes Genom verfügen.

In diesem Aufsatz möchte ich anhand eines Beispiels, der Selektion der neuralen Vorläuferzelle der mechanosensorischen Borste von *Drosophila*, illustrieren, was man durch das Studium eines Entwicklungsprozesses in *Drosophila* lernen kann und am Ende ein Projekt aus meinem Labor vorstellen, das sich mit diesem Prozess beschäftigt. Aufgrund seiner Einfachheit und der guten experimentellen Zugänglichkeit ist die Borste zu einem häufig benutzten Modell geworden, um grundlegende Fragestellungen der Nervensystementwicklung zu untersuchen. Das Studium der Borstenentwicklung hat zur Entdeckung vieler grundlegender Prinzipien geführt, die für die Nervensystementwicklung im gesamten Tierreich gelten.

### Die Fliegenborste

Die Borste des Imago von *Drosophila* ist der Teil des peripheren Nervensystems (PNS) der Fliege, der mechanische Reize erkennt. Borsten findet man über den gesamten Körper des

erwachsenen (adulten) Tieres verteilt (Abb. 1A). Sie nehmen Bewegungsreize wahr und bestehen als einfachster Teil des PNS aus nur vier Zellen (Abb. 1B): der Borstenzelle, die die eigentliche Borste bildet, der Sockelzelle, die als Gelenk an der Basis der Borstenzelle fungiert, der Nervenzelle (Neuron) zur Registrierung der Bewegung der Borste und der Hüllzelle, die das Neuron schützend umgibt. Borsten kommen in zwei Größen vor: Die größeren Borsten werden Makrochaeten genannt und sind in einem stereotypen Muster auf dem dorsalen Teil des Rückens (Thorax), dem Notum, angeordnet, so dass sie mit Namen versehen werden können (beispielsweise deutet der Pfeil in Abb. 1A auf die hintere (posteriore) dorsozentrale Makrochaete, pDC). Wesentlich häufiger sind die kleinen Borsten, die Mikrochaeten, die in Reihen auf dem Notum angelegt sind (Abb. 1A).

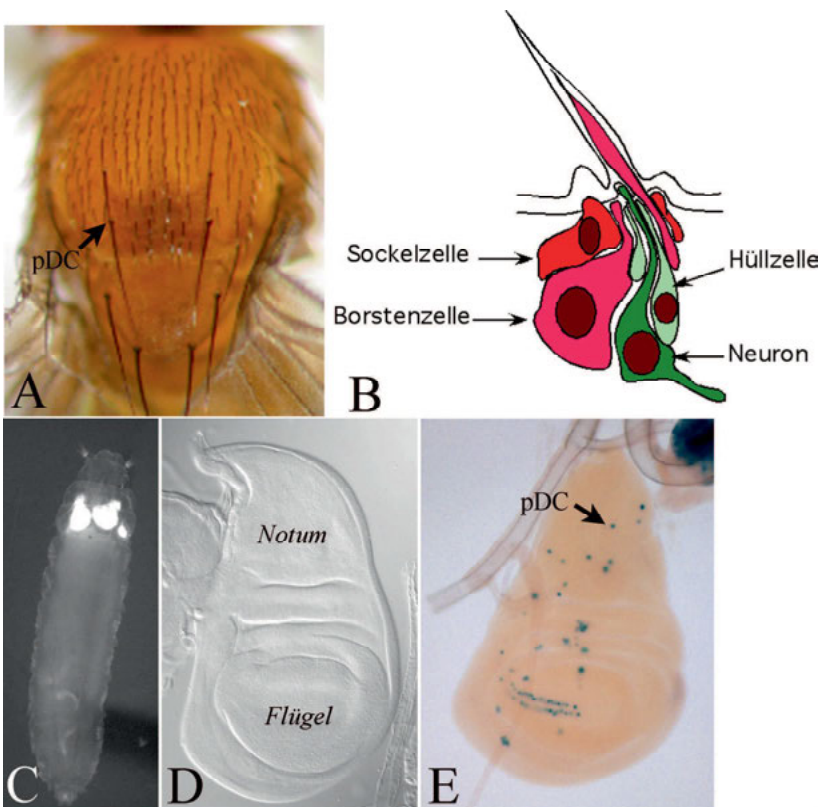


Abb. 1: Aufbau und Herkunft der Borste. (A) Ansicht des Thorax von *Drosophila melanogaster*. Der Pfeil deutet auf die posterior gelegene Makrochaete der dorsozentralen Region (pDC). (B) Schematischer Aufbau des Borstensensillum. (C) Larve im dritten Larvenstadium. Die großen Flügelimaginalscheiben sind mit dem grün fluoreszierenden Protein GFP markiert und erscheinen deshalb hell. (D) Eine Flügelimaginalscheibe im späten dritten Larvenstadium. (E) Eine Flügelimaginalscheibe im gleichen Entwicklungsstadium. Die SMZs der Makrochaeten sind blau markiert. Der Pfeil deutet auf die SMZ der pDC-Borste.

## Die Entwicklung der Vorläuferzelle des Borstensensillums

*Drosophila melanogaster* ist ein holometaboles Insekt, das heißt das Tier durchläuft ein larvales Stadium, das sich im Bauplan von dem des erwachsenen Tieres stark unterscheidet und von diesem durch eine Puppenphase getrennt wird. In der puppalen Phase werden die larvalen Gewebe entweder komplett abgebaut und durch neue Gewebe ersetzt oder sie werden stark modifiziert, damit die Fliege ihr erwachsenes (adultes) Erscheinungsbild erhält. Die meisten Bereiche der adulten Körperwand und ihre Extremitäten (Flügel, Beine) werden von so genannten Imaginalscheiben neu gebildet. Entsprechend gibt es für verschiedene Bereiche wie zum Beispiel die Flügel paarig angelegte Flügelimaginalscheiben (siehe helle Bereiche in der in Abb. 1C abgebildeten Larve). Imaginalscheiben sind als einschichtige Gewebe organisierte Gruppen von undifferenzierten Zellen, die während der Embryonalentwicklung definiert werden und sich während der larvalen Phase teilen (siehe als Beispiel die Flügelimaginalscheibe in Abb. 1D). Man kann die Bildung der adulten Körperwand mit dem Zusammenbau eines Autos vergleichen: Die Imaginalscheiben sind die verschiedenen Karosserieteile, die in der Fabrik – der Puppe – zu einer funktionellen Einheit, dem Imago, zusammengesetzt werden. Manche Imaginalscheiben bilden mehrere Bereiche der adulten Körperwand, wie zum Beispiel die Flügelimaginalscheiben, die den Flügel und einen Teil des Thorax (Notum) erzeugen (Abb. 1D).

Die Entwicklung der Borsten sowie des übrigen adulten PNS beginnt mit der Determination einer Vorläuferzelle, der sensorischen Mutterzelle (SMZ), in den Imaginalscheiben (siehe blaue Einzelzellen in Abb. 1E). Diese SMZ durchläuft mehrere Teilungsschritte, bei denen die vier Zellen geformt werden, die das Borstensensillum bilden (Abb. 2). Ich beschränke mich in diesem Beitrag beispielhaft auf die Entwicklung der Makrochaeten, die im Bereich des Notums liegen. Dieser Bereich der Körperwand wird zusammen mit dem Flügel von der Flügelimaginalscheibe gebildet (Abb. 1D). Die SMZs der Makrochaeten entstehen während des dritten Larvenstadiums, in dem die Flügelimaginalscheibe experimentell sehr gut zugänglich ist (Abb. 1E). Weiter sind die Positionen bekannt, an denen die in einem stereotypischen Muster angeordneten SMZs entstehen. Deshalb ist die Entwicklung dieser Borsten sehr intensiv untersucht worden.<sup>1</sup>

## Identifikation der beteiligten Gene

Die Entwicklung eines Organs wie der Borste wird von einem genetischen Netzwerk reguliert. Dieses Netzwerk steuert durch seine Genprodukte (in der Regel Proteine) den korrekten Ablauf der Entwicklung. Ziel der Entwicklungsbiologen ist es deshalb zunächst, die Gene zu identifizieren, die den untersuchten Prozess steuern. Die Funktion eines Gens offenbart sich in der Regel durch den Defekt, der bei Ausfall seiner Funktion, einer Mutation, auftritt. Um ein genetisches Netzwerk studieren zu können, das den Prozess regelt, an dem man interessiert ist, ist es deshalb wichtig, Mutanten zu erzeugen und zu isolieren. Dies geschieht durch so genannte Mutagenesen, bei denen man gezielt nach Mutationen sucht, die einen bestimmten Entwicklungsprozess stören. Einer der größten Vorteile des Modellorganismus *Drosophila* ist die sehr ausgefeilte Genetik mit Techniken, die es erlauben, Gene, die an einem Prozess beteiligt sind, durch Mutagenesen sehr effizient zu

<sup>1</sup> Zur Übersicht siehe Gomez-Skarmeta *et al.* (2003).

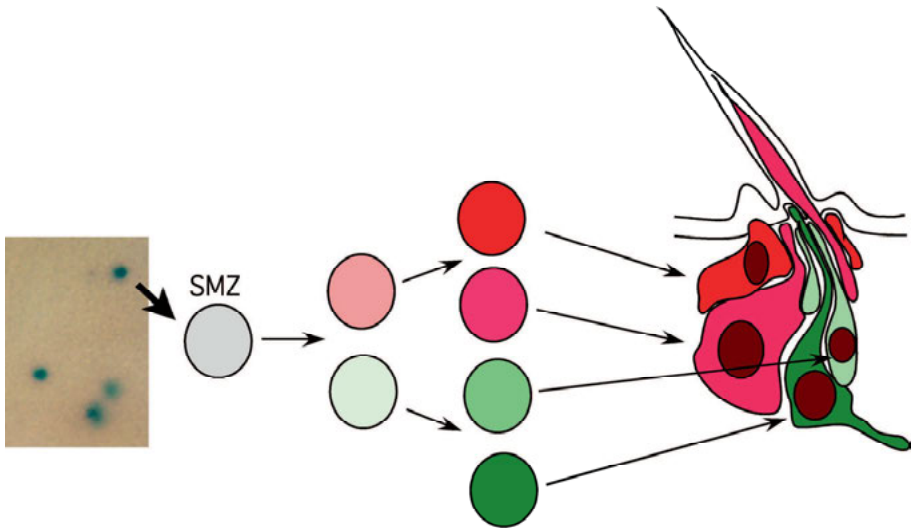


Abb. 2: Entwicklung des Borstensensillum aus der SMZ

isolieren und im Anschluss zu charakterisieren. Die Durchführung von Mutagenesen führte über die Jahre unter anderem zur Identifizierung eines Großteils der Gene, die an der Determination der SMZs beteiligt sind. Die Defekte (Phänotypen), die durch den Funktionsverlust der Gene verursacht werden, sind entweder der Verlust der Borsten oder die Bildung überzähliger Borsten.

### Die proneuralen Gene

Der gleichzeitige Ausfall der Gene *achaete* (*ac*) und *scute* (*sc*) führt zum Verlust aller Borsten auf dem Thorax und am Kopf (Abb. 3A, B). Dies zeigt, dass diese Gene für die Bildung der Borsten notwendig sind. Beide Gene kodieren für Proteine, die die Transkription von anderen Genen (Zielgenen) steuern und deshalb als Transkriptionsfaktoren bezeichnet werden. Bei der Bestimmung des Zeitpunktes, zu dem die Funktion von *ac* und *sc* benötigt wird, ist die ektopische Expression der Gene entscheidend. Unter ektopischer Expression versteht man die Aktivierung der Genfunktion in Bereichen der Fliege, in denen diese während der Normalentwicklung nicht angeschaltet wird. Die ektopische Expression sowohl von *ac* als auch von *sc* führte zur Bildung von Borsten an Stellen, an denen sich normalerweise keine Borsten bilden (ektopische Borsten; Abb. 3A, C). Dieses Experiment legte nahe, dass die Funktion der beiden Gene für das Einleiten der Borstenentwicklung, präziser für die Bildung (Determinierung) der SMZ, benötigt wird. Dass dies wirklich der Fall ist, kann man durch die Analyse der SMZ-Bildung in der Flügelimaginalscheibe zeigen (Abb. 3D–F). Dazu markiert man mit verschiedenen Methoden (zum Beispiel Antikörperfärbungen) die sich bildenden SMZs in der Flügelimaginalscheibe. Die Analyse der doppelt mutanten *ac/sc*-Flügelimaginalscheiben zeigt, dass sich keine SMZs mehr bilden (Abb. 3D, E). Dagegen bilden sich bei ektopischer Expression beider Gene überzählige



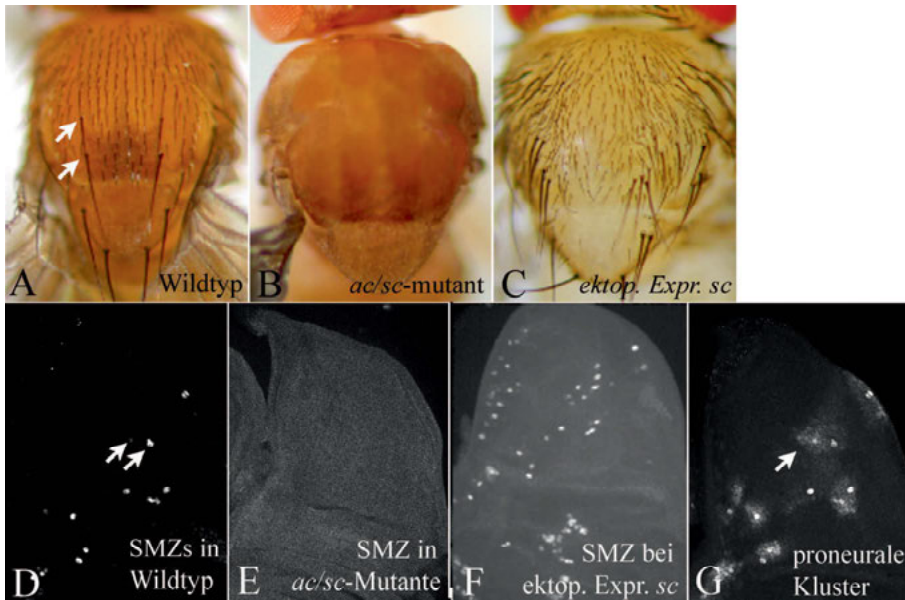


Abb. 3: Phänotypen bei Verlust der Funktion der proneuralen Gene *ac* und *sc* beziehungsweise nach deren ektopischer Expression. (A–C) Thoraces adulter Fliegen unterschiedlichen Genotyps. (D–F) SMZ-Bildung in den entsprechenden Flügelimaginalscheiben. (G) Expression der proneuralen Gene in proneuralen Clustern in der Flügelimaginalscheibe.

SMZs an ektopischen Positionen (Abb. 3F). *ac* und *sc* stehen also an der Spitze der genetischen Hierarchie, die die Determination der SMZ steuert. Aufgrund ihrer Fähigkeit, das SMZ-Schicksal und damit das neurale Schicksal in Zellen einzuleiten, werden *ac* und *sc* als proneurale Gene bezeichnet. Die proneuralen Gene werden oft auch als Selektorgene bezeichnet, weil die von ihnen kodierten Proteine die Entwicklung eines Organs einleiten. Als Transkriptionsfaktoren aktivieren *ac* und *sc* wahrscheinlich die Expression aller für die SMZ-Bildung notwendigen Gene.

Die weitere Analyse von *ac* und *sc* zeigte, dass beide Gene sehr nahe beieinander in einem Komplex, im so genannten *achaete-scute*-Komplex (AS-K), auf dem ersten Chromosom liegen und in einem identischen Muster angeschaltet (exprimiert) werden. Weiter sind ihre Genprodukte nicht nur strukturell sehr ähnlich, sondern können auch die Funktion ihres Partners teilweise übernehmen. Ein solches Verhalten wird als funktionelle Redundanz bezeichnet. Dies ist der Grund dafür, dass nur der Ausfall beider Genfunktionen zu einem starken Defekt in der Borstenbildung führt: Fällt die Funktion nur eines der beiden Gene aus, kann dieser Verlust durch die Aktivität des anderen kompensiert werden. Die funktionale Redundanz erklärt auch, dass die ektopische Expression nur eines der beiden Gene schon zur Bildung ektopischer Borsten führt. Wichtig ist, dass ihre Expression nicht auf die entstehende SMZ beschränkt ist, sondern in Gruppen von Zellen erfolgt (Abb. 3G). Diese Gruppen umfassen bis zu 20 Zellen und werden als proneurale Cluster bezeichnet, da sie durch die Expression der proneuralen Gene definiert sind. Sie liegen in den Regio-

nen, in denen sich später die SMZs des Notums bilden und definieren grob die Position der SMZ.

Aufgrund der Aktivität der proneuralen Gene besitzen alle Zellen der proneuralen Cluster die Fähigkeit, sich zur SMZ zu entwickeln. Eine solche Gruppe von äquipotenten Zellen wird auch als Äquivalenzgruppe bezeichnet. Die Definition von Äquivalenzgruppen ist ein grundlegendes Prinzip der Entwicklung von Metazoen. Im Fall des proneuralen Clusters entwickelt sich jedoch nur eine definierte Zahl, in der Regel nur ein bis zwei der circa 20 bis 30 äquipotenten Zellen eines proneuralen Clusters, zu SMZs (vgl. Abb. 3D mit 3G), während sich der Rest schließlich zu Epidermoblasten entwickelt und die Expression der proneuralen Gene abschaltet. Dies ist in Abbildung 3G zu sehen. Dort sind die proneuralen Cluster im Bereich des Notums dargestellt. Auffallend ist die viel höhere Expression in einer oder zwei Zellen in den jeweiligen Clustern. Dies sind die sich entwickelnden SMZs. Die Akkumulation hoher proneuraler Expression ist das erste Zeichen der SMZ-Differenzierung. Aus dieser Beobachtung folgt, dass es einen Selektionsprozess gibt, der eine definierte Zahl von Zellen bestimmt, die sich zur SMZ entwickeln können und den Rest der Zellen instruiert, auf ein anderes Entwicklungsprogramm (Epidermoblast) umzuschalten.

## Die Selektion der Vorläuferzelle

Die Gene, deren Produkte den Selektionsprozess vermitteln, zeichnen sich dadurch aus, dass ihr Funktionsverlust zur Bildung von Borstenbüscheln an denjenigen Positionen führt, an denen normalerweise nur eine Borste gebildet wird. Die Charakterisierung dieser Gene zeigte, dass ihre Produkte Mitglieder eines Signalweges sind, der die Kommunikation zwischen Zellen vermittelt. Dieser Signalweg wurde in *Drosophila melanogaster* entdeckt und nach dem Defekt benannt, der bei Ausfall nur einer der beiden Genkopien (heterozygote Situation) des namensgebenden Gens entsteht: Es bilden sich Kerben im Flügel der Fliege, weshalb das zugehörige Gen *Notch* (englisch für Kerbe) genannt wurde. Der Notch-Signalweg ist einer der im Tierreich am häufigsten vorkommenden Signalwege und an einer großen Zahl von entwicklungsbiologischen und homöostatischen Prozessen beteiligt.<sup>2</sup> Im Menschen spielt er darüber hinaus eine wichtige Rolle bei der Entstehung vieler Krankheiten. Das Spektrum reicht vom Schlaganfall und Herzinfarkt bis zur Entstehung vieler Krebsarten. Viele Aspekte der Signalentstehung, der Regelung seiner Aktivität und auch der Signalweiterleitung in der Zelle sind bei *Drosophila* erarbeitet und in den höheren Säugetieren bestätigt worden.

Im Fall des proneuralen Clusters sendet die Zelle, die sich als Erstes zum SMZ-Schicksal entschieden hat, durch den Notch-Signalweg ein inhibierendes Signal an ihre Nachbarzellen (Abb. 4A). Dieses Signal hemmt die umgebenden Zellen, ebenfalls das SMZ-Schicksal zu wählen. Stattdessen verwirklichen sie das alternative Epidermoblastenschicksal. Der Prozess der SMZ-Selektion wird auch als laterale Inhibition bezeichnet. Der Ausfall des Notch-Signalweges und damit der lateralen Inhibition führt dazu, dass sich alle Zellen der proneuralen Cluster zu SMZs entwickeln (Abb. 4B). Die Bildung der überzähligen SMZs führt folglich zur Bildung von Borstenbüscheln in der adulten Fliege.

---

<sup>2</sup> Zur Übersicht siehe Bray (2006).

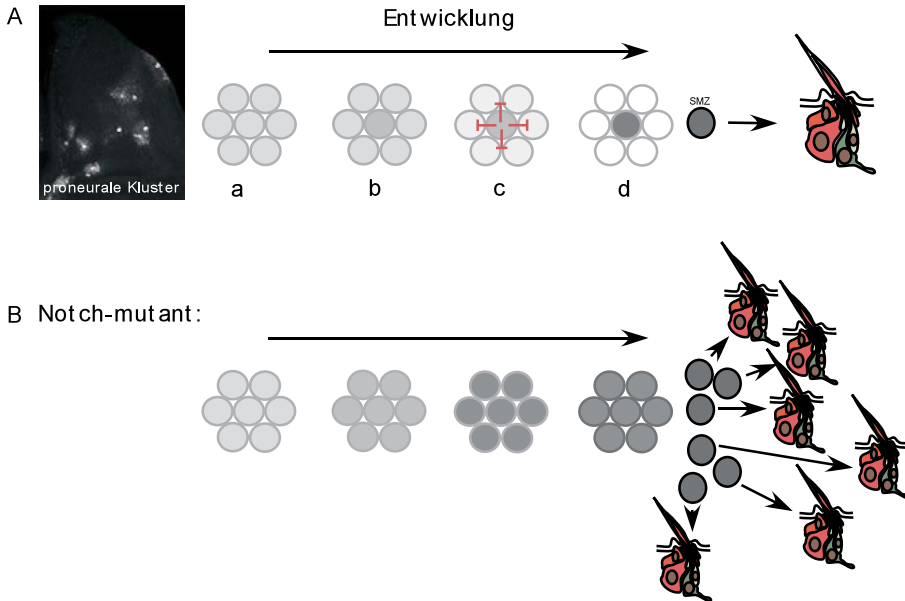


Abb. 4: Selektion der SMZ aus dem proneuralen Cluster. **(A)** Selektion im Wildtyp. **(Aa)** Im frühen Cluster besitzen alle Zellen die gleiche proneurale Aktivität beziehungsweise exprimieren die proneuralen Gene in gleicher Stärke. **(Ab)** Durch Fluktuationen oder gezielte äußere Einflüsse erhält eine Zelle des Clusters etwas mehr proneurale Aktivität (dunklere Zelle). **(Ab–Ad)** Dieser minutiöse Unterschied wird anschließend durch den in Abbildung 5 beschriebenen Mechanismus der lateralen Inhibition erst verstärkt und dann in eine Alles-oder-nichts-Situation umgewandelt. Als Resultat des Selektionsprozesses entwickelt sich eine der Zellen zur SMZ und es kommt zur Bildung eines Borstensensillum. **(B)** SMZ-Bildung in einer Imaginalscheibe ohne funktionalen Notch-Signalweg. Alle Zellen des proneuralen Clusters schalten den SMZ-spezifischen Marker an. Dies zeigt, dass sich bei Ausfall des Notch-Signalweges alle Zellen zu SMZs entwickeln. **(Ba–Bd)** Entwicklung eines proneuralen Clusters in Notch-mutanten Flügelimaginalscheiben. Da sich alle Zellen des Clusters zu SMZs entwickeln, bildet sich ein Büschel von Borstensensillen, und das SMZ-Schicksal wird nicht auf eine Zelle des Clusters beschränkt.

Die laterale Inhibition ist ein fundamentaler Mechanismus, der bei vielen Entwicklungsprozessen in einer Vielzahl von Tieren auftritt. Da man den Notch-Signalweg als Vermittler des Prozesses identifiziert hatte, war es zum ersten Mal möglich, diesen Mechanismus auf molekularer Ebene zu studieren. Deshalb ist dieser Prozess während der SMZ-Selektion sehr intensiv und sehr detailliert erforscht worden. Die Untersuchungen haben dabei einen sehr eleganten und effizienten Mechanismus aufgedeckt (Abb. 4, 5).

Nach dem aktuell gültigen Modell sendet die entstehende SMZ mittels des Signalproteins Delta (DI) ein hemmendes Signal aus, das vom Notch-Rezeptor der Nachbarzellen empfangen wird. Die Aktivierung führt erst zur Reduktion und schließlich, durch die Suppression der Expression der proneuralen Gene *ac* und *sc*, zum Verlust der proneuralen Aktivität in den signalempfangenden Zellen. Die Untersuchungen zeigen, dass anfangs alle Zellen eines proneuralen Clusters eine ähnliche proneurale Aktivität besitzen und

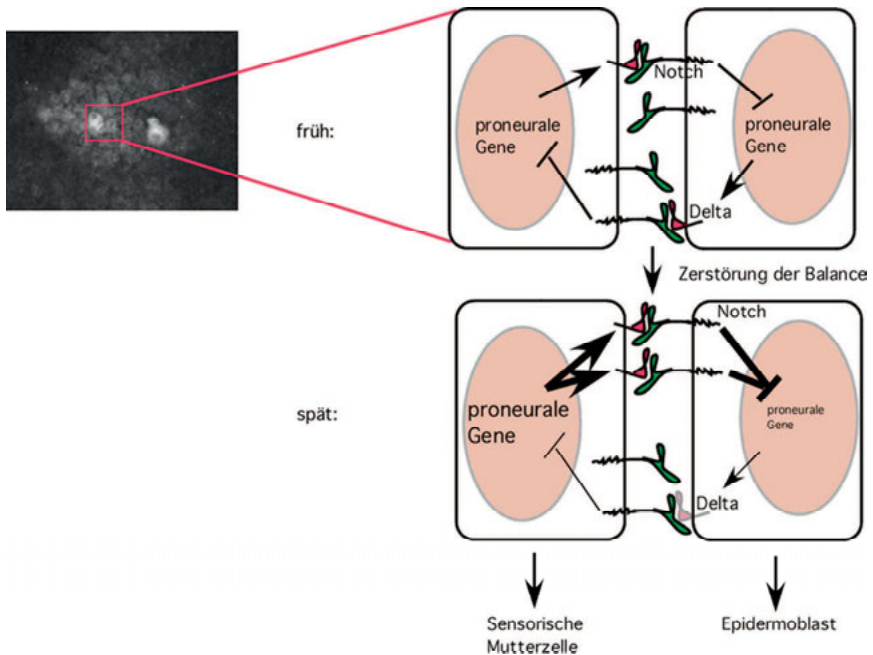


Abb. 5: Mechanismus der durch den Notch-Signalweg vermittelten lateralen Inhibition während der Selektion der SMZ. Dargestellt sind nur zwei benachbarte Zellen im proneuralen Cluster. Die linke Zelle wird die SMZ. Im frühen Cluster exprimieren beide Zellen die gleiche Menge an proneuraler Aktivität. Da die proneuralen Proteine die Expression von DI aktivieren, sind sie auch gleich potent, ihre Nachbarn zu hemmen und somit bei diesen das SMZ-Schicksal zu unterdrücken. Im Verlauf der Entwicklung wird diese Balance durchbrochen und eine Zelle (hier die linke) erhält etwas mehr proneurale Aktivität als ihre Nachbarn. Diese Zelle exprimiert mehr DI und kann den Notch-Signalweg in den Nachbarzellen effizienter aktivieren. Dies führt dort zur Reduktion der Expression der proneuralen Gene und damit auch zu reduzierter Expression von DI. Durch die abgeschwächte DI-Expression ist auch die Fähigkeit der Zellen, ihre Nachbarn zu hemmen, vermindert und die zukünftige SMZ (linke Zelle) kann mehr und mehr proneurale Aktivität akkumulieren.

sich gegenseitig durch den Notch-Signalweg hemmen (Abb. 4Aa, Abb. 5). Diese balancierte Situation wird durch kleine Ungleichheiten in der proneuralen Aktivität zwischen den Zellen aus dem Gleichgewicht gebracht. Als Ergebnis besitzt eine Zelle des Clusters etwas mehr proneurale Aktivität (Abb. 4Ab). Dieses Ungleichgewicht wird durch einen regulatorischen Feedback-Loop im genetischen Netzwerk verstärkt. Ein Zielgen der proneuralen Transkriptionsfaktoren ist das Gen, das für das DI-Signal kodiert (Abb. 5). Damit ist die Fähigkeit einer Zelle, den Notch-Signalweg in den Nachbarzellen zu aktivieren und damit diese Zellen vom neuronalen Schicksal abzuhalten, abhängig von der Stärke ihrer proneuralen Aktivität. Die Kopplung der proneuralen Aktivität mit der Fähigkeit zur lateralen Hemmung führt dazu, dass kleine Unterschiede in der proneuralen Aktivität zwischen den Zellen eines proneuralen Clusters erst verstärkt und dann in eine Alles-oder-nichts-Situation überführt werden. Eine Zelle, die durch Fluktuationen ein wenig mehr Aktivität besitzt,

kann ihre Nachbarn auch etwas stärker hemmen. Dies führt in den Nachbarzellen zu einer Abschwächung der Expression der proneuralen Gene und verminderter proneuraler Aktivität, was letztendlich auch zu reduzierter DI-Expression und zur Reduktion ihrer Fähigkeit, selbst Nachbarn zu hemmen, führt (Abb. 5). Das Resultat dieser Rückkopplungsschleife ist, dass am Ende des Selektionsprozesses die gebildete SMZ sehr hohe proneurale Aktivität besitzt, während die Nachbarzellen keine Aktivität mehr aufweisen. Mit diesem Selektionsmechanismus wird das neurale Schicksal innerhalb einer Äquivalenzgruppe auf eine Zelle beschränkt.

## Die „Ausbeute“ aus dem Studium der Borste

Das Studium der Borstenentwicklung hat zum Verständnis einiger grundlegender Fragen der Entwicklungsbiologie beigetragen. Eine wichtige Frage ist die nach den Mechanismen der Musterbildung. Wie erwähnt sind die Makrochaeten in einem präzisen Muster auf dem Thorax angeordnet. Wie ein solches Muster erstellt wird, ist eine grundlegende Frage der Entwicklungsbiologie. Letztendlich will man verstehen, wie während der Entwicklung eines Organismus sich die einzelnen Zelltypen gleichzeitig differenzieren und korrekt in einer funktionellen Einheit, einem Muster, angeordnet werden. Dabei muss letztendlich jede einzelne, anfangs pluripotente Zelle eines Organismus wissen, welches Entwicklungsschicksal sie aus den vielen möglichen Schicksalen auswählen und verwirklichen soll. Das heißt, die Musterbildung muss ein Muster mit der größtmöglichen Auflösung, bis auf eine einzelne Zelle, erzeugen.

Eines der ersten Beispiele für einen Prozess mit diesem hohen Auflösungsgrad war die Selektion der SMZ. Die Strategie, die bei diesem Prozess angewandt wird, ist im ersten Schritt die Definition einer Äquivalenzgruppe, die erst einmal grob die Position der SMZ in der Flügelimaginalscheibe definiert. Im zweiten Schritt wird aus dieser Gruppe von Zellen eine bestimmte Zahl von Zellen selektiert. Bei diesem Ablauf kommt es schrittweise zur Determination einer einzigen Zelle im sich entwickelnden Organismus.

Wie werden nun die proneuralen Cluster definiert? Die Untersuchungen zeigten, dass jeder Cluster individuell durch Kombination von so genannten „*pre-patterning*-Genen“ induziert wird, die in viel größeren Bereichen/Domänen exprimiert sind als die proneuralen Cluster. Oft ist es der Bereich der Überlappung der Expressionsdomänen der *pre-patterning*-Gene, der die Position der proneuralen Cluster definiert. Man kann heute den Ablauf der Prozesse, die zur Determination bestimmter SMZs von *Drosophila* benötigt werden, aneinanderreihen und so in einigen Fällen die Entwicklung lückenlos bis zum befruchteten Ei zurückverfolgen. Das Studium der Determination der SMZ hat also konkret Mechanismen und zugrunde liegende Prinzipien aufgedeckt, die zur Musterbildung in *Drosophila* beitragen.

Zwei weitere offensichtliche Fragen ergeben sich aus dem Studium der Borstenentwicklung:

1. Wirken die oben beschriebenen Netzwerke oder zumindest dieselben Strategien auch bei der Determination der Vorläuferzellen anderer Teile des Nervensystems von *Drosophila*?
2. Sind die aufgedeckten Netzwerke oder Strategien von grundlegender Bedeutung und wirken sie auch in anderen Tieren oder sogar beim Menschen?

Man kann auf die erste Frage eindeutig mit Ja antworten. Hier seien nur zwei Beispiele erwähnt: die Determination der Neuroblasten des zentralen Nervensystems<sup>3</sup> und die Determination der R8-Fotorezeptorzelle während der Augenentwicklung.<sup>4</sup>

Das zentrale Nervensystem von *Drosophila* wird während der Embryogenese gebildet und beginnt mit der Determination von Stammzellen, die durch asymmetrische Teilungen die Vorläuferzellen der Nerven- und Gliazellen des Gehirns bilden. Diese Stammzellen werden Neuroblasten genannt und gehen aus proneuralen Clustern mit Hilfe der notchvermittelten lateralen Inhibition hervor. Auch bei der Definition dieser proneuralen Cluster sind *achaete* und *scute* zusammen mit einem weiteren proneuralen Gen des AS-Genkomplexes, *lethal of scute (l'sc)*, von entscheidender Bedeutung. *l'sc* kodiert für einen mit *ac* und *sc* verwandten Transkriptionsfaktor. Fehlt die Funktion dieser proneuralen Gene, so wird ein großer Teil der Neuroblasten nicht gebildet.

Wie die meisten Insekten besitzt *Drosophila* Komplexaugen, die aus circa 700 Einzelaugen, so genannten Ommatidien, zusammengesetzt sind. Jedes Ommatidium enthält acht Fotorezeptorzellen, R1–8. Sie liegen im Zentrum des Ommatidiums und sind von akzessorischen Zellen (Pigmentzellen und Linsenzellen) umgeben. Die Entwicklung eines Ommatidiums beginnt mit der Determination der R8-Fotorezeptorzelle in der Augenmagnalscheibe. Nach ihrer Determination rekrutiert R8 dann in einer definierten Reihenfolge die restlichen Fotorezeptorzellen und akzessorischen Zellen. Für die Bildung der Ommatidien ist die Determination von R8 deshalb essenziell: Wird sie nicht gebildet, so werden auch die anderen Zellen nicht determiniert und es kommt zum Verlust des Ommatidiums beziehungsweise des gesamten Auges. Das Prinzip der R8-Determination ähnelt somit dem der SMZ-Selektion. Allerdings wirkt hier ein anderes proneurales Gen, *atonal (ato)*. Der Verlust von *ato* führt zum Verlust der Augen. Das von *ato* kodierte Protein gehört zu einer anderen Untergruppe derselben Familie von Transkriptionsfaktoren, der auch *ac*, *sc* und *l'sc* angehören, und ist in der entscheidenden Phase der R8-Determination in Clustern exprimiert. Die Selektion der R8 aus der R8-Äquivalenzgruppe (Cluster) geschieht wieder durch notchvermittelte laterale Inhibition. In diesem Fall ist also die Strategie der Bildung des proneuralen Clusters erhalten geblieben, obwohl ein anderes Gen als proneurales Gen wirkt.

Abschließend ist festzuhalten, dass in *Drosophila* die Nervensystementwicklung mit der Bildung von Vorläuferzellen beginnt. Diese werden in der Regel durch den Notch-Signalweg aus proneuralen Clustern selektiert, die durch die Expressionsdomänen der proneuralen Gene definiert werden. Die Aktivität der proneuralen Gene verleiht den Zellen des Clusters die Fähigkeit zur neuronalen Differenzierung.

Wird diese Strategie der Determination der neuronalen Vorläuferzellen auch in den Wirbeltieren angewandt? Bisherige Ergebnisse legen diesen Schluss nahe. Man hat die Homologen der proneurale Gene auch in den Wirbeltieren bis hin zur Maus und dem Menschen gefunden. Ihre Inaktivierung führt in der Maus, zumindest in einigen Fällen, zum Verlust von Teilen des Nervensystems, während ihre ektopische Expression zur Bildung von ektopischem Nervengewebe führt. Des Weiteren wird der Notch-Signalweg in einem bemer-

<sup>3</sup> Zur Übersicht siehe Gomez-Skarmeta *et al.* (2003).

<sup>4</sup> Zur Übersicht siehe Frankfort und Mardon (2002).

kenswert ähnlichen Mechanismus benötigt, um einzelne Vorläuferzellen aus proneuralen Clustern zu selektieren.<sup>5</sup>

Hervorzuheben ist, dass die in *Drosophila* erzielten Ergebnisse für die Erforschung der Determination der Vorläuferzellen bei Wirbeltieren eine entscheidende Vorlage geliefert haben. Sie dienen als Orientierung, um die beteiligten Gene und die von ihnen vermittelten Mechanismen zu identifizieren. Dieses Beispiel zeigt, wie nützlich das Studium eines Entwicklungsprozesses in einem weniger komplexen Modellorganismus sein kann, um die weitaus komplexere Entwicklung der Wirbeltiere zu verstehen und einen gezielten Einstieg in deren Analyse zu ermöglichen. Dies ist deshalb besonders wichtig, weil diese Organismen genetisch und experimentell schwerer zugänglich sind.

### Die Funktion von *Klumpfuss*

Obwohl die Mechanismen der Determination der SMZ schon sehr gut erforscht sind, werden auch weiterhin neue Elemente und Mechanismen aufgedeckt, die eine wichtige Rolle bei der Determination der SMZ spielen. Ein Beispiel ist das Gen *klumpfuss* (*klu*), das in meinem Labor gefunden wurde.<sup>6</sup> Der Ausfall seiner Funktion führt zum Verlust vieler Borsten und zudem zu starken Beindefekten, die dem Gen seinen Namen gegeben haben (Abb. 6E, F).

*klu* kodiert ebenfalls für einen Transkriptionsfaktor, der aber strukturell nicht mit den proneuralen Faktoren verwandt ist, sondern zusammen mit dem Wilms-Tumorsuppressorprotein WT-1 eine Subgruppe der EGR-Proteinfamilie bildet. Die Analyse der Borstendefekte in *klu*-Mutanten zeigte, dass die entsprechenden SMZs in den Imaginalscheiben fehlen (vgl. Pfeile in Abb. 6G, H). Weiter führt die ektopische Expression von *klu* wie im Fall der proneuralen Gene zur Bildung überzähliger Borsten (Abb. 6A, B) und dementsprechend zu überzähligen SMZs (Abb. 6 C, D). Diese Analyse zeigt, dass die Funktion von *Klu* für die Determination der SMZ benötigt wird. Allerdings kann die ektopische Expression von *klu* alle exprimierenden Zellen in SMZs verwandeln, was bei der Expression der proneuralen Gene nicht der Fall ist, da die dort wirkende laterale Inhibition dafür sorgt, dass sich einige Zellen zu Epidermoblasten entwickeln. Unsere Untersuchungen zeigen, dass *Klu* als Transkriptionsfaktor wirkt, der sowohl die Expression von Genen abschaltet als auch die Aktivität der proneuralen Faktoren fördert. Dies macht es wahrscheinlich, dass *Klu* die Aktivität der proneuralen Gene indirekt über die Suppression der Expression eines Antagonisten der proneuralen Aktivität fördert (Modell in Abb. 6I). Der Antagonist ist nicht bekannt und wird momentan in meinem Labor mit dem in *Drosophila* zur Verfügung stehenden Arsenal an genetischen und molekularbiologischen Methoden gesucht.

Ein besonders interessanter Aspekt unserer Untersuchungen war die Erkenntnis, dass die Expression von *klu* dazu führt, dass sich Zellen der Imaginalscheiben zu SMZs entwickeln, die deutlich außerhalb der proneuralen Cluster zu liegen scheinen. Das bedeutet, dass auch diese Zellen proneurale Aktivität besitzen, die durch die Expression von *klu* so verstärkt wird, dass diese den Schwellenwert übersteigt, der für die SMZ-Entwicklung notwendig ist. Wir konnten weiter mit genetischen Experimenten zeigen, dass diese proneurale Aktivität von *ac* und *sc* vermittelt wird, die Expressionsdomänen von diesen

<sup>5</sup> Zur Übersicht siehe Gomez-Skarmeta *et al.* (2003).

<sup>6</sup> Vgl. Kaspar *et al.* (2008).

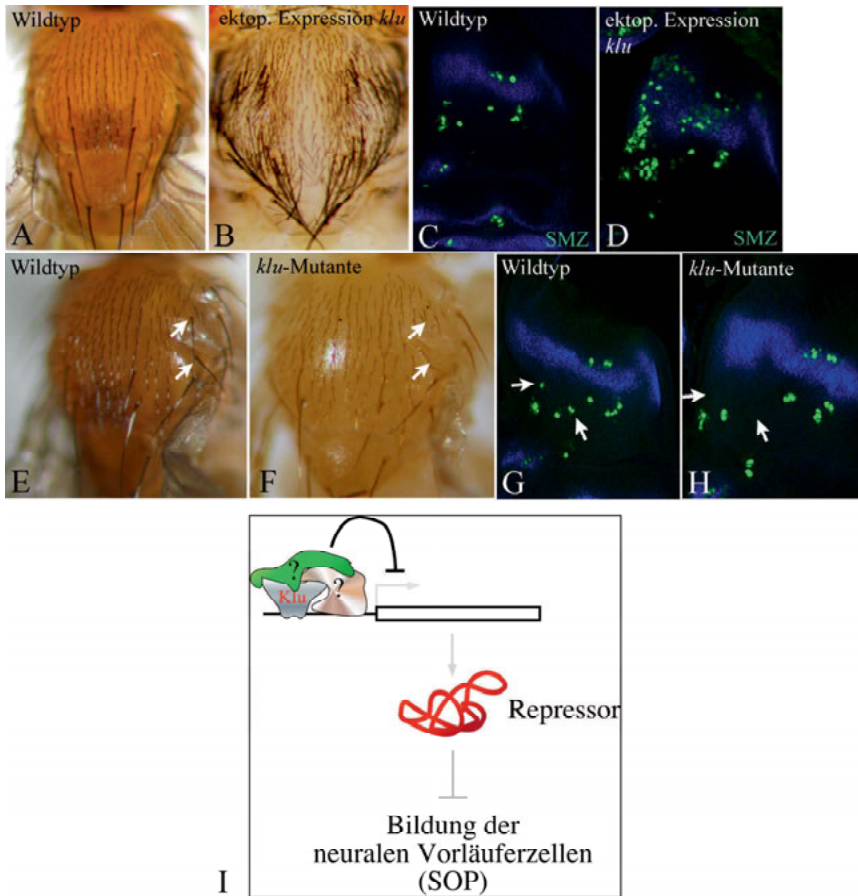


Abb. 6: Analyse der Funktion von *klu* während der Borstenentwicklung. (A–D) Ektopische Expression von *klu*: Es kommt zur Bildung von überzähligen Borsten und SMZs. (E–H) Der Verlust der *klu*-Funktion führt zum Verlust von Borsten (Pfeile in E, F) und entsprechender SMZs (markiert mit den Pfeilen in G, H). (I) Modell des von Klu vermittelten Mechanismus. Klu unterdrückt die Expression eines unbekanntes Antagonisten, der die SMZ-Bildung verhindert. Durch die Unterdrückung dieses Antagonisten verstärkt Klu indirekt die Aktivität der proneuralen Gene.

Genen also größer sind als bislang angenommen, und haben deshalb begonnen, das Expressionsmuster der beiden proneuralen Gene genauer zu untersuchen. Dabei beobachten wir, dass diese proneuralen Gene in der Tat viel weitläufiger exprimiert werden als bisher beschrieben und die bekannten Cluster nur Spitzen innerhalb der Expressionsdomäne darstellen. Des Weiteren zeigen unsere Untersuchungen, dass der Notch-Signalweg auch eine Rolle bei der Definition dieser Spitzen spielt und die proneurale Aktivität zwischen den Clustern unterdrückt. Diese neuesten Untersuchungen decken einen weiteren Aspekt der Determination der SMZs auf, und es wird interessant sein zu sehen, ob auch hinter die-



sem von *klu* vermittelten Prozess ein grundlegendes Prinzip steckt, das in vielen anderen Metazoen wirkt.

## Danksagung

Die Arbeit in meinem Labor wäre nicht möglich ohne die finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft sowie die Sonderforschungsbereiche 572 in Köln und 590 in Düsseldorf. Insbesondere danke ich den Mitgliedern meines Labors, ohne deren experimentelles Geschick, Ausdauer und intellektuellen Beitrag keine gute wissenschaftliche Arbeit möglich wäre. Ich möchte mich weiter bei meinen neuen Kollegen in der Wissenschaftlichen Einrichtung Biologie der Heinrich-Heine-Universität für die freundliche Aufnahme und die Starthilfe bedanken.

## Literatur

- BRAY, S. J. (2006). „Notch signalling: a simple pathway becomes complex“, *Nature Reviews in Molecular Cell Biology* 7, 678–689.
- FRANKFORT, B. J. und G. MARDON (2002). „R8 development in the Drosophila eye: a paradigm for neural selection and differentiation“, *Development* 129, 1295–1306.
- GOMEZ-SKARMETA, J. L., S. CAMPUZANO und J. MODOLLEL (2003). „Half a century of neural prepatterning: the story of a few bristles and many genes“, *Nature Reviews in Neuroscience*. 4, 587–598.
- KASPAR, M., M. SCHNEIDER, W. CHIA und T. KLEIN (2008). „Klumpfuss is involved in the determination of sensory organ precursors in Drosophila“, *Developmental Biology* 324, 177–191.



## **Mittagsschlaf oder Entspannung fördern das Gedächtnis**

### **Der Schlaf-Gedächtnis-Effekt**

Lernen im Schlaf ist ein alter Traum der Menschheit. Auch wenn dieser Wunsch vermutlich nicht erfüllbar ist und wohl kein Weg daran vorbei führt, dass wir mit Fleiß und Mühe die Schul- oder Hörsaalbank drücken müssen, um zu lernen, so scheint hingegen das Behalten von bereits Gelerntem tatsächlich vom Schlaf zu profitieren. Seit den frühen Beobachtungen von Jenkins und Dallenbach (1924), dass durch Schlaf das Vergessen vermindert wird, gab es immer wieder experimentelle Belege dafür, dass durch den nächtlichen Schlaf die Gedächtnisleistung verbessert wird. Dieses Phänomen wird als „Schlaf-Gedächtnis-Effekt“ bezeichnet und wir können heute davon ausgehen, dass es ein erwiesenes und hinreichend belegtes Faktum ist, dass nächtlicher Schlaf die Gedächtnisleistung fördert.<sup>1</sup> Dieser gedächtnisfördernde Effekt besteht darin, dass das Vergessen, das ja als Funktion der Zeit die meisten Gedächtnisinhalte mehr oder weniger betrifft, verlangsamt wird.

In der Zwischenzeit gibt es deutliche Belege dafür, dass der nächtliche Schlaf zahlreiche Gedächtnisfunktionen verbessert, so das so genannte deklarative Gedächtnis, also das Faktenwissen, wie zum Beispiel Vokabeln oder Hauptstädte. Aber auch das so genannte prozedurale Gedächtnis, worunter motorische Abläufe, Konditionierungen oder Bahnungen (Priming) verstanden werden, wie zum Beispiel das Lernen eines Musikinstruments, profitiert vom nächtlichen Schlaf. Selbst so komplexe Funktionen wie die Lösung von Problemen oder das Erkennen von Zusammenhängen konnten nachgewiesenermaßen durch Schlaf gefördert werden.<sup>2</sup> Es gibt Hinweise dafür, dass unterschiedliche Schlafanteile für unterschiedliche Gedächtnisformen relevant sind. So scheinen deklarative Gedächtnisinhalte mehr vom Tiefschlaf, dem so genannten Slow-Wave-Sleep (SWS), zu profitieren, der in der ersten Nachthälfte dominiert. Prozedurale Gedächtnisinhalte hingegen scheinen eher vom REM-Schlaf (Rapid-Eye-Movement-Schlaf) zu profitieren, der überwiegend in der zweiten Nachthälfte auftritt.<sup>3</sup> Darüber hinaus gibt es aber auch Hinweise dafür, dass vermutlich nicht nur die einzelnen Schlafstadien oder Schlafanteile für die Gedächtniskonsolidierung im Schlaf notwendig sind, sondern auch der ungestörte Ablauf der Schlafstadien für die gelungene Gedächtniskonsolidierung im nächtlichen Schlaf eine Voraussetzung ist. Mit Hilfe der Elektroenzephalografie (EEG) lassen sich die während des Schlafs auftretenden Muster der Hirnaktivität ableiten und in die standardisierten Schlafstadien einteilen (Schlaf-EEG).

---

<sup>1</sup> Vgl. Benson und Feinberg (1977), Plihal und Born (1997), Stickgold und Walker (2005) sowie Walker und Stickgold (2004).

<sup>2</sup> Vgl. Wagner *et al.* (2004).

<sup>3</sup> Vgl. Fischer *et al.* (2002) sowie Plihal und Born (1997).

In den meisten Experimenten zum Schlaf-Gedächtnis-Effekt lernten die Teilnehmer üblicherweise am Abend vor dem Einschlafen Wortlisten auswendig. Nach dem Schlaf wurde dann getestet, wie viel von dem zuvor Gelernten sie noch erinnern konnten. Dabei zeigte sich konsistent, dass diejenigen Versuchsteilnehmer, die zwischen dem Lernen am Abend und dem Testen am Morgen geschlafen hatten, deutlich mehr erinnerten als Teilnehmer, die zwischen dem Lernen und dem Gedächtnisabruf wach geblieben waren. Dabei zeigte sich dieser Effekt auch, wenn die wach gebliebenen Teilnehmer morgens gelernt hatten und abends getestet wurden.<sup>4</sup> Der Schlaf-Gedächtnis-Effekt ist also nicht darauf zurückzuführen, dass die Vergleichsgruppe der Nichtschlafenden durch die Wachheit besonders beansprucht wird.

### Die Effekte von Mittagsschlaf auf das Gedächtnis

In der Abteilung für Klinische Psychologie des Instituts für Experimentelle Psychologie haben wir die Frage untersucht, ob der förderliche Effekt des Schlafs auf das Gedächtnis nur auf den Nachtschlaf beschränkt ist oder ob nicht auch ein Schlaf tagsüber, also zum Beispiel ein Mittagsschlaf, solche förderlichen Effekte auf die Gedächtnisleistung haben kann. Seit einigen Jahren werden die restaurativen Effekte des Mittagsschlafs betont, und in einigen Unternehmen werden solche „Power-Naps“ auch geradezu gefördert. Dabei ist aber zu beachten, dass der Mittagsschlaf sich vom Nachtschlaf in mehreren Punkten unterscheidet. So ist der Mittagsschlaf zum einen wesentlich kürzer, und die Schlafarchitektur ist durch das Fehlen des REM-Schlafs und das Vorherrschen der leichten Schlafstadien S1 und S2 gegenüber dem Tiefschlaf (SWS) gekennzeichnet.

Wir haben mehrere Experimente durchgeführt, in denen wir die Effekte eines Mittagsschlafs auf die Gedächtnisleistung, genauer gesagt, das Vergessen kurz zuvor gelernter Wortlisten, überprüft haben. Der Mittagsschlaf fand immer zwischen 13 und 14 Uhr statt. Die Versuchsteilnehmer waren angewiesen, an den Versuchstagen früh aufzustehen und keine koffeinhaltigen Getränke zu sich zu nehmen, um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass sie auch müde sind und mittags einschlafen können. In dem ersten Experiment wurde untersucht, ob ein „normaler“ Mittagsschlaf von circa einer halben Stunde Dauer das Gedächtnis verbessert. Dazu lernten die Versuchsteilnehmer zwei Minuten lang eine Wortliste mit 30 Adjektiven, die genau eine Stunde später abgefragt wurde. Jede Versuchsperson durchlief zwei Versuchsbedingungen: In der einen Bedingung durfte sie sich nach dem Lernen der Wörter für 50 Minuten in einem schallisolierten Schlaflabor zu Bett begeben. Davon schlief sie im Durchschnitt knapp 30 Minuten. In der anderen Bedingung war sie während dieser Zeit wach und spielte ein einfaches Computerspiel, das nonverbal war, um eine Überlagerung mit den zuvor gelernten Wörtern zu verhindern. Durch die Aufzeichnung des Schlaf-EEGs konnte sichergestellt werden, dass die Versuchspersonen auch tatsächlich geschlafen hatten. Eine Stunde nach dem Lernen erfolgte die Abfrage der noch behaltenen Wörter. Die beiden Versuchsbedingungen eines jeden Teilnehmers lagen mindestens eine Woche auseinander. Selbstverständlich wurden bei den beiden Testungen unterschiedliche Wortlisten verwendet.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Versuchsteilnehmer, wenn sie zwischen dem Lernen und der Testung wach blieben, im Durchschnitt 6,48 Wörter erinnerten, wohingegen sie

---

<sup>4</sup> Vgl. Lahl und Pietrowsky (2006).

im Schnitt 8,08 Wörter erinnerten, wenn sie zwischen dem Lernen und der Testung circa eine halbe Stunde schliefen. Dieser Unterschied ist hoch signifikant.

Nachdem wir gesehen hatten, dass ein Mittagsschlaf von circa 30 Minuten Dauer schon ähnlich wie der Schlaf einer ganzen Nacht die Gedächtnisfähigkeit verbessern kann, stellten wir uns die Frage, ob nicht bereits eine sehr viel kürzere Schlafepisode während des Tages ausreicht, um einen solchen Effekt zu erzielen. Daher führten wir ein zweites Experiment durch, in dem die Versuchsteilnehmer nur noch fünf Minuten schlafen durften, nachdem sie eine Wortliste gelernt hatten. Dies wurde dadurch realisiert, dass anhand des Schlaf-EEGs der Einschlafzeitpunkt bestimmt wurde und die Teilnehmer fünf Minuten später geweckt wurden. Die Gedächtnisabfrage war wiederum eine Stunde nach dem Lernen der Wörter. Ansonsten war der Ablauf der Untersuchung identisch mit dem zuvor beschriebenen Experiment.

Zu unserer großen Überraschung zeigte sich, dass bereits die sehr kurze Schlafdauer von fünf Minuten ausreicht, um gegenüber einer Wachheit das Gedächtnis zu verbessern beziehungsweise das zuvor Gelernte weniger zu vergessen.<sup>5</sup> So erinnerten die Versuchsteilnehmer in der Wachbedingung 6,86 Wörter und nach dem kurzen Schlaf von circa fünf Minuten 8,07 Wörter. Auch dieser Unterschied ist statistisch bedeutsam.

### **Der Effekt einer Entspannungshypnose auf die Gedächtnisleistung**

Die gedächtnisfördernde Wirkung des Schlafs kann einerseits dadurch zustande kommen, dass der Schlaf selbst das Gedächtnis verbessert (Konsolidierungshypothese). Er kann aber auch dadurch zustande kommen, dass im Schlaf weniger neue Reize auf das Gehirn einströmen und damit die gelernten Gedächtnisinhalte weniger störender Interferenz ausgesetzt sind und daher nicht so schnell vergessen werden (Interferenzhypothese). Um diese Fragestellung zu überprüfen, führten wir ein drittes Experiment durch, in dem wir die interferenzarme Bedingung eines Mittagsschlafs mit einer anderen interferenzarmen Bedingung verglichen. Hierzu wurde mit den Versuchsteilnehmern eine Entspannungshypnose durchgeführt. Während dieser Hypnose, die von einer CD abgespielt wurde und daher für alle Teilnehmer gleich war, waren die Teilnehmer körperlich und mental sehr entspannt und konzentrierten sich auf die Stimme des Hypnotiseurs. Durch diese Entspannungshypnose sollte also auch – ähnlich wie im Schlaf – der Zustrom von weiteren Reizen, die möglicherweise die Gedächtnisbildung stören, reduziert werden, so dass zuvor Gelerntes besser gespeichert werden kann.

Die Versuchsteilnehmer durchliefen in diesem Experiment eine von drei Bedingungen: eine Wachbedingung, eine Schlafbedingung oder eine Hypnosebedingung. Wie die zuvor beschriebenen Experimente begann auch dieses um 13 Uhr. Die Methodik entsprach der aus den beiden zuvor beschriebenen Experimenten. Ein wesentlicher Unterschied bestand aber – neben der Tatsache, dass die Versuchsteilnehmer hier jeweils nur eine der Bedingungen durchliefen – darin, dass vor dem Wachen, dem Schlafen oder der Hypnose die Lernleistung erhoben wurde. Es wurde also erfasst, wie viele der dargebotenen Wörter die Versuchsteilnehmer unmittelbar nach der zweiminütigen Lernphase erinnern konnten. Mit diesem Maß wurde die Behaltensleistung eine Stunde später, also nach der Wachheit, dem Schlaf oder der Hypnose, verglichen. In der Schlafbedingung durften die Teilnehmer wie-

---

<sup>5</sup> Vgl. Lahl *et al.* (2008).

der 50 Minuten im Bett bleiben, wovon sie im Durchschnitt circa 30 Minuten schliefen. Die Entspannungshypnose dauerte ebenfalls circa 30 Minuten. Durch die Ableitung des Schlaf-EEGs während der Hypnose konnte sichergestellt werden, dass die Versuchsteilnehmer dabei nicht einschliefen.

Die Ergebnisse zeigten, dass wie der Mittagsschlaf auch die Entspannungshypnose zu einer bedeutsamen Verbesserung des Gedächtnisses führt. So erinnerten die Teilnehmer der Wachgruppe im Durchschnitt 3,13 Wörter *weniger* als vor einer Stunde, die Teilnehmer der Schlafbedingung 0,25 Wörter *mehr* als vor einer Stunde und die Teilnehmer der Entspannungshypnose sogar 0,73 Wörter *mehr* als vor einer Stunde. Der Unterschied in der Erinnerungsleistung nach dem Behandlungsintervall war signifikant für die Schlafbedingung und die Entspannungshypnose, jeweils verglichen mit der reinen Wachbedingung.

In der Abbildung 1 sind die prozentualen Verbesserungen des verbalen Gedächtnisses durch Mittagsschlaf beziehungsweise Entspannungshypnose gegenüber der jeweiligen Wachbedingung dargestellt, wie sie in den hier vorgestellten drei Experimenten aufgetreten sind. Man sieht, dass im Vergleich zur bloßen Wachheit der Mittagsschlaf beziehungsweise die Entspannungshypnose das Vergessen von Wörtern um bis zu 28 Prozent reduzieren.

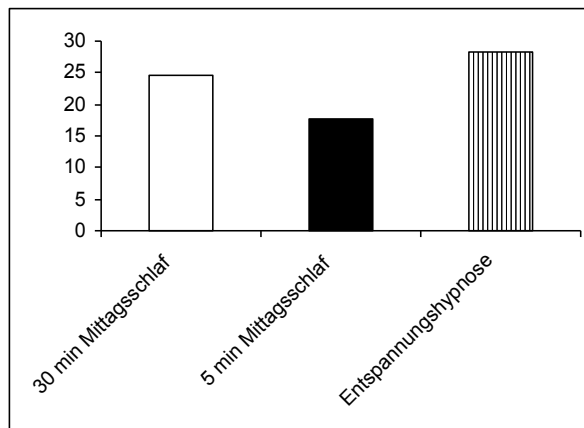


Abb. 1: Prozentuale Zunahme der Erinnerungsleistung gegenüber einer vergleichbaren Wachbedingung nach 30 Minuten Mittagsschlaf (linke Säule), nach fünf Minuten Mittagsschlaf (mittlere Säule) und nach 30 Minuten Entspannungshypnose (rechte Säule).

## Schlussfolgerungen

Die dargestellten Untersuchungen belegen eindrucksvoll, dass ein kurzer Mittagsschlaf das Gedächtnis für zuvor Gelerntes deutlich verbessern kann. Damit hat ein solcher Schlaf nicht nur eine erholende Funktion, sondern steigert auch das Wissen. Da dieser Effekt selbst bei ganz kurzen Schlafepisoden von fünf Minuten auftritt, liegt die Vermutung nahe, dass nicht die Dauer des Mittagsschlafes entscheidend für die Gedächtnisverbesserung ist, sondern vielmehr der Prozess des Einschlafens selbst. Es ist zu vermuten, dass mit

dem Einschlafen Mechanismen angestoßen werden, die für die Gedächtnisverbesserung wichtig sind und die möglicherweise noch weiterwirken, selbst wenn der Schlaf nach ein paar Minuten wieder beendet wird.

Darüber hinaus scheint im Schlaf auch die Tatsache der reduzierten weiteren Informationsaufnahme eine wichtige Rolle für seine gedächtnisfördernde Wirkung zu spielen. Dies legen die Ergebnisse des dritten vorgestellten Experiments nahe, in dem eine Verbesserung des Gedächtnisses nach einer Entspannungshypnose auftrat, die, wie der Schlaf ebenfalls, mit einer verminderten Informationsaufnahme einhergeht. Vermutlich kann aber die verminderte Interferenz durch neue Informationen während der Konsolidierungsphase des Gedächtnisses nicht allein die Gedächtnisverbesserung erklären, da bei dem kurzen Mittagsschlaf von fünf Minuten die verminderte Interferenz eher unbedeutend ist.

Auch wenn wir noch nicht genau wissen, was die Ursache des Schlaf-Gedächtnis-Effekts ist – ein Grund mehr für einen kurzen Mittagsschlaf (Power-Nap) ist das dadurch verbesserte Gedächtnis auf jeden Fall. Und generell lässt sich sagen, dass gerade nach der Aufnahme von neuem Wissen ein kurzer Schlaf hilfreich ist, um dieses Wissen länger zu speichern. Werden Studierende in Zukunft nach einer Vorlesung direkt in einen universitären Schlafsaal oder Entspannungsraum gehen? Vielleicht sollten Dozenten aber auch mit in der Vorlesung einnickenden Studierenden künftig etwas nachsichtiger sein – betreiben diese doch nur effektiv die langfristige Konsolidierung des gerade in der Vorlesung Gelernten.

## Literatur

- BENSON, K. und I. FEINBERG (1977). „The beneficial effect of sleep in an extended Jenkins and Dallenbach paradigm“, *Psychophysiology* 14, 375–384.
- FISCHER, S., M. HALLSCHMID, A. L. ELSNER und J. BORN (2002). „Sleep forms memory for finger skills“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* 99, 11987–11991.
- JENKINS, G. und K. M. DALLENBACH (1924). „Obliviscence during sleep and waking“, *American Journal of Psychology* 35, 605–612.
- LAHL, O. und R. PIETROWSKY (2006). „Does the ‚sleep effect‘ on memory depend on sleep or on night time?“, *Sleep and Hypnosis* 8, 61–70.
- LAHL, O., C. WISPEL, B. WILLIGENS und R. PIETROWSKY (2008). „An ultra short episode of sleep is sufficient to promote declarative memory performance“, *Journal of Sleep Research* 17, 3–10.
- PLIHAL, W. und J. BORN (1997). „Effects of early and late nocturnal sleep on declarative and procedural memory“, *Journal of Cognitive Neuroscience* 9, 534–547.
- STICKGOLD, R. und M. P. WALKER (2005). „Sleep and memory: the ongoing debate“, *Sleep* 28, 1225–1227.
- WAGNER, U., S. GAIS, H. HAIDER, R. VERLEGER und J. BORN (2004). „Sleep inspires insight“, *Nature* 427, 352–355.
- WALKER, M. P. und R. STICKGOLD (2004). „Sleep-dependent learning and memory consolidation“, *Neuron* 44, 121–133.





**PETER PROKSCH, SOFIA ORTLEPP und HORST WEBER**

**Naturstoffe aus Schwämmen als Ideengeber  
für neue *Antifouling*-Wirkstoffe**

**Das Phänomen des Foulings und seine  
Bedeutung für die maritime Industrie**

Der Begriff *Fouling* (auch als *Biofouling* bezeichnet) beschreibt nach einer Definition des Woods Hole Oceanographic Instituts von 1952 den Überwuchs von artifiziiellen Oberflächen wie zum Beispiel Schiffsrümpfen, Turbinen, Kühlsystemen, Netzen von in Aquakultur gehaltenen Fischen und anderen von Menschen in den aquatischen Lebensraum verbrachten Gegenständen durch verschiedene Organismen, auch Epibionten genannt. Man unterscheidet zwischen *Mikro-* und *Makrofouling*. *Mikrofouling* wird durch Mikroorganismen wie Film bildende Bakterien und Diatomeen verursacht und konditioniert eine frische Oberfläche durch Bildung eines primären Films für den anschließenden Überwuchs durch Makroorganismen wie zum Beispiel Muscheln, Seepocken, Moostierchen oder Algen. Solche Überwüchse speziell durch Makroorganismen (*Makrofouling*) wie Seepocken setzen sich jedoch nicht nur an künstlichen Substraten wie Schiffsrümpfen fest, sondern werden auch auf unterseeischen Steinen und Felsen oder auf der Oberfläche von größeren Meeresalgen wie zum Beispiel den Tangen beobachtet. Während das *Fouling* also einen durchaus natürlichen Prozess zum Beispiel im Meer darstellt, verursacht es für die maritime Industrie, aber auch für Kraftwerksbetreiber an Stauseen immense Probleme und damit verbunden hohe Kosten. So hat zum Beispiel der Bewuchs von Schiffsrümpfen durch *Fouling*-Organismen zur Folge, dass eine höhere Reibung unter Wasser entsteht, die Geschwindigkeit des Schiffes abgebremst wird und der Treibstoffverbrauch ansteigt, um diese Verlangsamung zu kompensieren. In Kraftwerken verstopft der Überwuchs die Turbinen und mindert ihre Leistung oder legt sie gänzlich lahm. Bei in Aquakultur gehaltenen Fischen wie zum Beispiel Lachsen, die in großen Netzen im Meer gehältert werden, verstopfen die *Fouling*-Organismen die Maschen der Netze und führen so zu einer Anreicherung der Ausscheidungsprodukte im Inneren der Netze, was die Anfälligkeit der Fische gegenüber Krankheiten erhöht. Insgesamt werden die jährlichen Unkosten beziehungsweise Verluste, die der maritimen Industrie durch *Fouling* entstehen, auf circa zehn Milliarden US\$ geschätzt.

Es gibt infolgedessen vielfältige Bemühungen, den Aufwuchs durch *Fouling*-Organismen zu verhindern, indem verschiedene Biozide in Farben, Lacke oder Oberflächenbeschichtungen eingearbeitet werden, die dann zum Beispiel auf Schiffsrümpfe aufgebracht werden. Das bekannteste Beispiel ist sicher das hochgiftige Tributylzinn (TBT), das bis vor kurzem noch im Einsatz war, allerdings seit 2008 laut Beschluss der International Ma-

ritime Organisation (IMO) aufgrund seiner Toxizität und der Anreicherung in der Umwelt nicht mehr verwendet werden darf.<sup>1</sup> Derzeit werden andere Biozide wie zum Beispiel Kupferverbindungen oder Herbizide als Ersatz für TBT verwendet, aber auch diese Substanzen sind ökotoxikologisch bedenklich,<sup>2</sup> so dass eventuell auch hier für die Zukunft mit Einschränkungen oder Verboten seitens des Gesetzgebers zu rechnen ist. Es wird daher allseits dringend nach alternativen Lösungsmöglichkeiten gesucht, um *Fouling* zu verhindern oder zumindest zu verlangsamen, ohne dabei Gifte in die Umwelt zu entlassen und empfindliche aquatische Ökosysteme zu belasten. Verschiedene Strategien werden erprobt oder befinden sich bereits im Einsatz. Eine dieser Strategien beinhaltet den Einsatz von *self-polishing paints*, die die Oberfläche von Schiffsrümpfen so glatt machen, dass *Fouling*-Organismen Mühe haben, sich daran festzusetzen. Dies funktioniert recht gut, während das Schiff Fahrt macht. Liegezeiten im Hafen, die sich natürlich nicht vermeiden lassen, sind jedoch problematisch und führen binnen kürzester Zeit zu einer Besiedlung der Schiffsrümpfe durch Epibionten, die auch später nur schwer abgespült werden, wenn sich das Schiff wieder in Bewegung befindet. Andere Strategien zielen zum Beispiel darauf ab, Schiffsrümpfe Stromimpulsen auszusetzen, um auf diese Weise die Anheftung der *Fouling*-Organismen zu verhindern.

### **Wirkstoffe aus der Natur als Alternative zu synthetischen Bioziden**

Ein weiterer, Erfolg versprechender Lösungsansatz macht sich die Natur selbst zum Vorbild. Wie eingangs bereits festgestellt, unterliegen nicht nur artifizielle, vom Menschen in den aquatischen Lebensraum eingebrachte Gegenstände oder Oberflächen dem Bewuchs durch Epibionten, sondern auch die dort lebenden Pflanzen oder Tiere selbst, sofern sie sich nicht davor zu schützen wissen. Für Algen wie die oben erwähnten Tange stellt ein Überwuchs sicher kein ernsthaftes Risiko dar, sofern noch genug photosynthetisch aktive Strahlung die Pflanzen erreicht. Bei vielen Tieren, insbesondere bei Nahrungsstrudlern, sieht dies jedoch ganz anders aus. Nahrungsstrudler wie zum Beispiel Schwämme sind darauf angewiesen, das Umgebungswasser durch kleine Poren in den Schwammkörper zu pumpen, um daraus Bakterien und Detritus zu phagozytieren. Ein Verstopfen der Poren durch Überwuchs mit Epibionten stellt in diesem Fall eine ernste Gefährdung dar, der der Schwamm entgegen muss. Tatsächlich sind die Oberflächen vieler mariner Invertebraten inklusive der Schwämme frei von einem erkennbaren Aufwuchs. Dies hat schon früh zu Vermutungen Anlass gegeben, dass sich Schwämme durch die Produktion und Abgabe von *Antifouling*-Substanzen vor dem Überwachsenwerden schützen. Da Schwämme seit über 500 Millionen Jahren auf der Erde nachweisbar sind und sich sicherlich während dieser gesamten Zeit mit dem Problem des Überwachsenwerdens auseinandersetzen mussten, kann davon ausgegangen werden, dass sie in der Tat erfolgreiche Strategien zur Abwehr von Epibionten wie die Akkumulation bioaktiver Substanzen entwickelt haben. Solche im Lauf der Evolution erprobte und optimierte Naturstoffe stellen naturgemäß interessante Kandidaten für die Suche nach neuen und umweltverträglichen Wirkstoffen dar, die in Zukunft derzeit noch im Gebrauch befindliche und bedenkliche Biozide eventuell ersetzen können.

---

<sup>1</sup> Vgl. IMO (2001).

<sup>2</sup> Vgl. Alzieu *et al.* (1986) und Alzieu *et al.* (1989).

Tatsächlich verfügen gerade marine Schwämme über eine bemerkenswerte Vielfalt an bioaktiven Naturstoffen, die in dieser Fülle und strukturellen Diversität unter den Meeresorganismen einzigartig sind und die Schwämme zu außerordentlich interessanten Naturstoffproduzenten machen. Eine ganze Reihe von Schwamminhaltsstoffen weist ausgeprägte *Antifouling*-Eigenschaften auf und verhindert zum Beispiel die Ansiedlung von zunächst frei schwimmenden Larven von Seepocken, die der Metamorphose zur bekannten, von einem Kalkpanzer umgebenen Seepocke vorausgehen. Jedoch sind viele dieser Substanzen auch toxisch, so dass eine industrielle Verwendung als Bestandteil von Farben oder Lacken im Vergleich zu den herkömmlichen synthetischen Bioziden keinen Vorteil bringen würde. Dazu kommt das Problem einer nachhaltigen Produktion. Wenn ein Naturstoff aus einem Schwamm zu einer industriellen Anwendung zum Beispiel als Bestandteil einer Schiffsfarbe oder Ähnlichem kommt, werden Tonnenmengen der Verbindung benötigt. Diese könnten aus Schwämmen, die langsam wachsen und sich nur schwer in Aquakultur vermehren lassen, niemals gewonnen werden. Unmittelbar nach Auffinden einer interessanten Leitstruktur müssen daher Überlegungen angestellt werden, wie die betreffende Substanz über andere Wege bereitgestellt werden kann. In der Regel kommt hier die Totalsynthese zum Zuge, wenn nicht die Komplexität der betreffenden Struktur (insbesondere chirale Zentren) die Synthese erschwert und den Marktpreis für die Verbindung in eine inakzeptable Höhe schraubt. An diesen Schwierigkeiten (allgemeine Toxizität eines Naturstoffs oder Fehlen eines tragfähigen Konzepts zur nachhaltigen Produktion) scheitern viele zunächst aussichtsreiche Naturstoffe. Dies betrifft nicht nur Inhaltsstoffe aus Schwämmen und nicht nur die Verwendung als *Antifouling*-Wirkstoffe, wenn auch speziell hiervon die Rede sein soll. Die Fortune des marinen Naturstoffforschers liegt also darin, einen aussichtsreichen Naturstoff mit einer interessanten Wirkung, möglichst ohne Toxizität und dabei gleichzeitig leicht synthetisierbar, zu finden. Wir, das heißt die Autoren dieses Beitrags, hatten dieses Glück. Unsere Entdeckung, die in einer von der nordrhein-westfälischen Landesregierung ausgezeichneten Erfindung (BIANTS – *bioinspired anti-fouling agents*) mündete, soll auf den nächsten Seiten vorgestellt werden.

## **Bastadine – Antifouling-Verbindungen aus dem marinen Schwamm *Ianthella basta***

Im Rahmen der Dissertation von Sofia Ortlepp, die die Suche nach *Antifouling*-Verbindungen aus marinen Schwämmen zum Ziel hatte, wurden typische Schwamminhaltsstoffe aus der Substanzbibliothek unserer Arbeitsgruppe sowie Extrakte aus diversen marinen Schwämmen an der marinbiologischen Station von Tjärnö in Schweden an Larven der Seepocken *Balanus improvisus*, die unter anderem in der Nord- und Ostsee verbreitet sind, auf *Antifouling*-Aktivität getestet. *Balanus*-Larven sind ein etabliertes Testmodell in der *Antifouling*-Forschung, da Seepocken zu den wichtigsten *Fouling*-Organismen zählen. Die zunächst frei schwimmenden Larven setzen sich nach einigen Tagen auf einem geeigneten Substrat fest und machen dort ihre Metamorphose zur sessilen, von einem Kalkpanzer geschützten Seepocke durch. Übliche Biotests sehen so aus, dass zu den in Seewasser frei schwimmenden Larven (zum Beispiel in den Bohrungen von Mikrotiterplatten) die zu testenden Substanzen beziehungsweise Extrakte hinzugegeben werden und das Verhalten der Tiere über die nächsten 48 bis 72 Stunden mit Hilfe eines Binokulars beobachtet

wird. Kontrolllarven, die nicht behandelt wurden, setzen sich innerhalb dieses Zeitraums auf dem Boden der Testgefäße fest und beginnen mit der Metamorphose zur Seepocke. Larven, denen eine *Antifouling*-Substanz im Seewasser verabreicht wurde, können diesen Schritt dagegen nicht vollziehen. Sie verbleiben als frei schwimmende Larven im Seewasser. Auch die Toxizität von Substanzen lässt sich in diesem Versuch leicht anhand der getöteten Larven verfolgen. Das Ziel hierbei ist es, solche Substanzen zu detektieren, die die Anheftung der Larven auf dem Substrat unterbinden, diese aber nicht töten.

Wir konzentrierten uns bei der Suche nach *Antifouling*-Verbindungen aus Schwämmen von vornherein auf bromierte Naturstoffe, da verschiedene bromierte Schwammverbindungen bereits in der Vergangenheit als *Antifouling*-Substanzen beschrieben worden waren. Während eine Halogenierung bei Naturstoffen aus terrestrischen Organismen (zum Beispiel bei Pflanzen) äußerst selten beobachtet wird, sind halogenierte Verbindungen im marinen Lebensraum häufig anzutreffen. Trotz der hohen Chloridkonzentration im Seewasser herrschen jedoch bromierte Verbindungen vor, obwohl Brom im Seewasser lediglich in einer Konzentration von  $0,067 \text{ g Kg}^{-1}$  vorkommt, Chlor dagegen zu  $19,27 \text{ g Kg}^{-1}$  vorliegt.

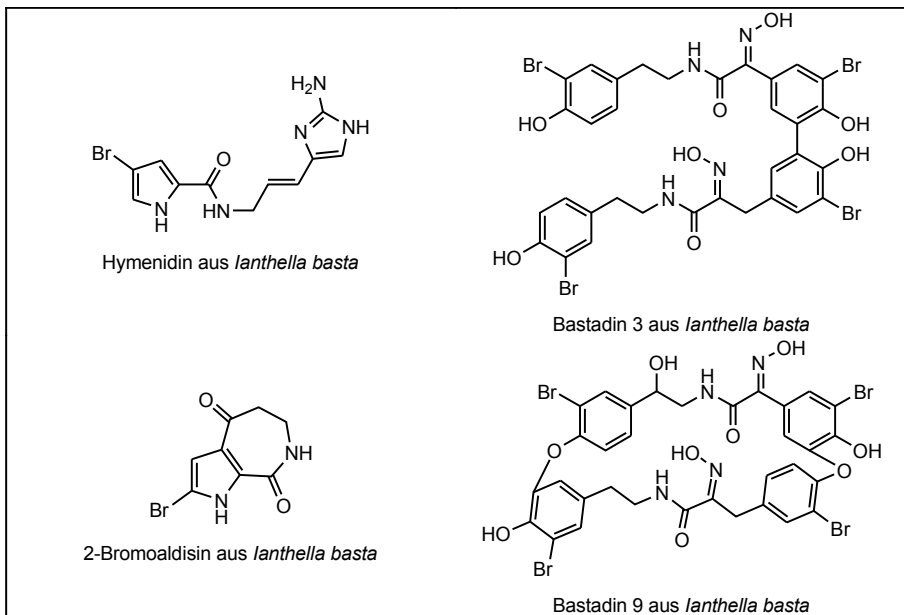


Abb. 1: Bromhaltige Naturstoffe aus Schwämmen

Von den verschiedenen untersuchten bromhaltigen Naturstoffen aus Schwämmen<sup>3</sup> (Abb. 1) zeigten jedoch lediglich die aus dem tropischen Schwamm *Ianthella basta* isolierten Bastadine eine deutliche inhibierende Wirkung auf die Anheftung der *Balanus*-Larven. Bei den Bastadinen handelt es sich um seltene, bromierte Tyrosin- beziehungsweise Tyra-

<sup>3</sup> Vgl. Ortlepp *et al.* (2007).

minabkömmlinge, die teils über eine Säureamidbindung, teils über Ätherbrücken miteinander verbunden sind und entweder größere Ringe bilden (wie zum Beispiel beim Bastadin 9) oder offenkettig sind (zum Beispiel Bastadin 3). Alle Bastadinderivate weisen darüber hinaus eine weitere strukturelle Besonderheit auf: Sie tragen Oximgruppen statt der üblicherweise in Aminosäuren zu beobachtenden Aminogruppen. Oximsubstituenten sind bei Naturstoffen sehr selten anzutreffen und stellen ein herausragendes strukturelles Merkmal der Bastadine im Vergleich zu anderen aus Schwämmen bekannten Verbindungen dar. Sämtliche untersuchte Bastadinderivate zeigen im *Balanus*-Biotest bereits in einem Konzentrationsbereich zwischen 1 und 10  $\mu\text{M}$  eine deutliche, dosisabhängige Inhibierung der Anheftung der Larven (Abb. 2). Toxische Eigenschaften werden dagegen so gut wie gar nicht beobachtet. Damit stellen die Bastadine auch im Vergleich zu Verbindungen, die sich bereits in der Anwendung befinden, sehr aktive *Antifouling*-Substanzen dar. Das Problem besteht in den recht komplexen Strukturen der Verbindungen, die vier Bromotyrosin- beziehungsweise Bromotyraminbausteine umfassen. Solche Verbindungen können zwar synthetisch hergestellt werden, doch gestaltet sich die Synthese schwierig und ist damit teuer.

### **„Abgespeckte“ Bastadinderivate erzielen die gleiche Wirkung wie ihre Vorbilder aus der Natur und sind synthetisch herstellbar**

Eine Lösung dieses Problems eröffnet das kleinere Hemibastadin (Abb. 3), das ebenfalls im Extrakt des Schwammes *Ianthella basta* vorkommt, aber im Vergleich zu den Bastadinen nur aus zwei biogenetischen Bausteinen (einer monobromierten Tyrosinkomponente und einem ebenfalls monobromierten Tyraminderivat) besteht, die über eine Säureamidbindung verknüpft sind. Die Tyrosinkomponente trägt wie bei den Bastadinen statt der üblicherweise zu beobachtenden Aminogruppe eine Oximfunktion (Abb. 3). Auch das Hemibastadin weist in einem ähnlichen Konzentrationsbereich wie die Bastadine eine *Antifouling*-Aktivität auf, jedoch wird beim Hemibastadin auch eine toxische Wirkung beobachtet, die unerwünscht ist (Abb. 2). Dennoch bot sich nach diesen Befunden das Hemibastadin aufgrund seiner im Vergleich zu den Bastadinen einfacheren Struktur als Leitstruktur für eine Totalsynthese beziehungsweise für eine synthetische Abwandlung an. Ausgehend von einfachen, kommerziell erwerbbaaren Vorstufen<sup>4</sup> kann in wenigen Schritten zunächst das Debromhemibastadin (Abb. 3) synthetisiert werden, das keine Bromsubstituenten in den aromatischen Ringen trägt. Dieses wird anschließend einer Bromierung unterworfen. Dabei entstehen das Hemibastadin sowie ein zusätzlich in beiden aromatischen Ringen bromiertes Hemibastadinderivat, das Dibromhemibastadin (Abb. 3). In einem zweiten synthetischen Ansatz wurde das Tyrosinyltyramin (Abb. 3) synthetisiert, das eine Strukturvariante des Debromhemibastadins darstellt, sich von diesem aber durch das Fehlen der Oximgruppe unterscheidet. Beim Tyrosinyltyramin ist die Oximgruppe durch eine Aminogruppe ersetzt. Sämtliche synthetisch hergestellten Verbindungen inklusive des in *Ianthella basta* vorkommenden Hemibastadins wurden anschließend auf ihre *Antifouling*-Aktivität im *Balanus*-Bioassay untersucht. Interessanterweise erwies sich das Syntheseprodukt Dibromhemibastadin dabei als ähnlich aktiv wie das Hemibastadin (Abb. 2), jedoch fehlt dem Dibromhemibastadin die toxische Komponente des Hemibastadins: die

<sup>4</sup> Vgl. Ortlepp *et al.* (2007).

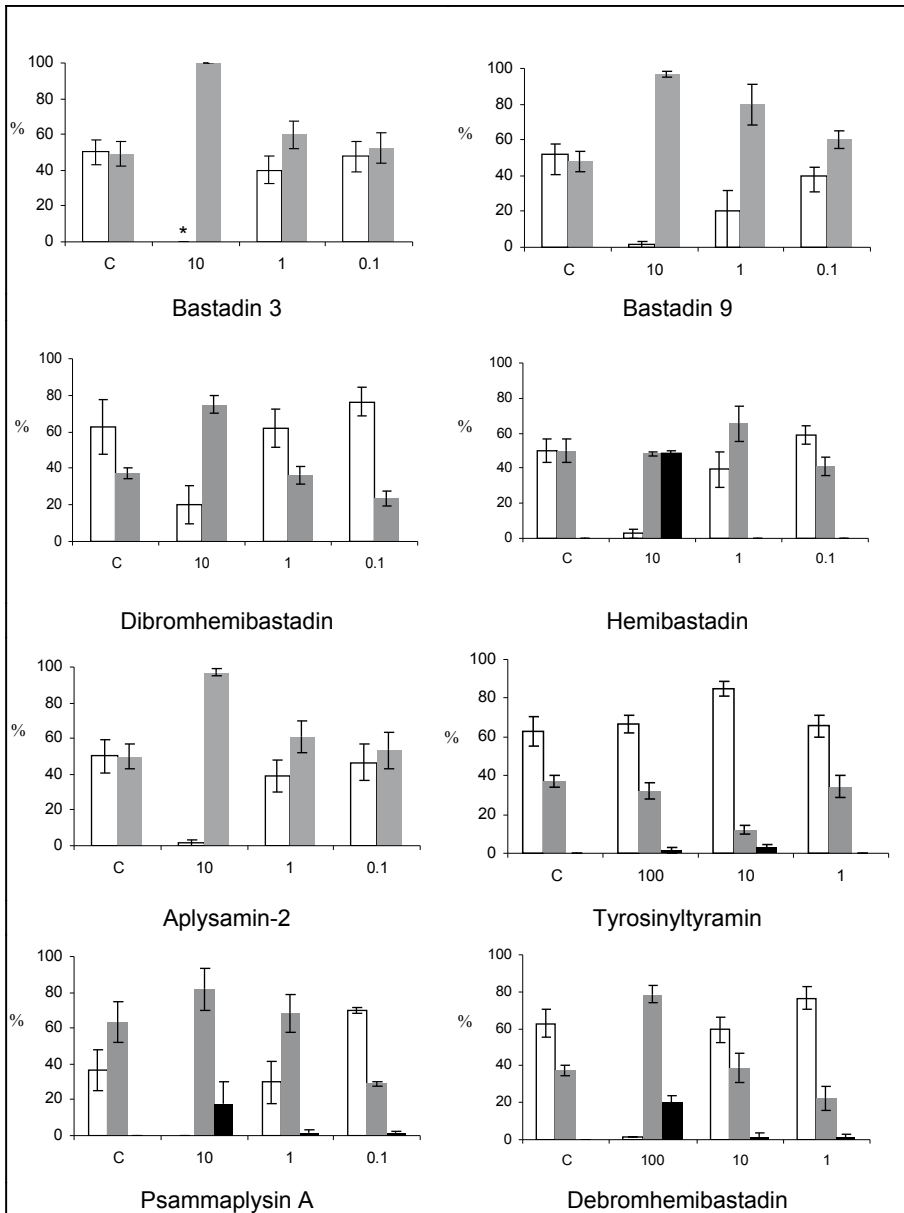


Abb. 2: Inhibition der larvalen Anheftung im Konzentrationsbereich (Angaben in Prozent) von 0,1 bis 10 µMol; weiß: angeheftet; grau: schwimmend; schwarz: tot; c: Kontrollgruppe

*Balanus*-Larven werden an der Anheftung an das Substrat gehindert, sie sterben jedoch nicht als Folge des Einwirkens der Substanz. Das Fehlen toxischer Nebenwirkungen des Dibromhemibastadins wurde durch Untersuchungen am Salinenkrebs (*Artemia salina*), der ein Modellsystem für ökotoxikologische Untersuchungen darstellt, bestätigt,<sup>5</sup> was das Dibromhemibastadin für die Anwendung interessant macht.

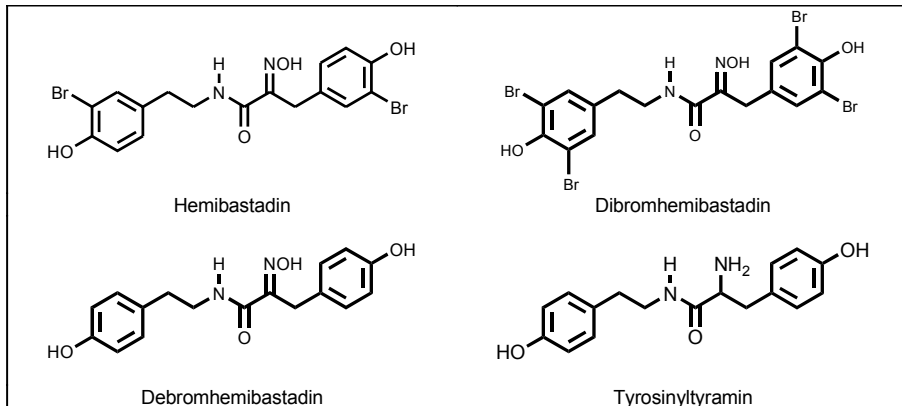


Abb. 3: Hemibastadin, Debromhemibastadin, Dibromhemibastadin und Tyrosinyltyramin

Damit stellt das Dibromhemibastadin eine neue und interessante Leitstruktur für *Antifouling*-Wirkstoffe mit einem potenziell breiten Einsatzgebiet in marinen Farben, Lacken und Oberflächenbeschichtungen dar. Diese Substanz mit dem hier beschriebenen Wirkungsspektrum und Einsatzgebiet wurde daher patentrechtlich geschützt. Das hierzu erteilte Patent erhielt im Rahmen des 2008 von der Patentverwertungsagentur Provendis durchgeführten Wettbewerbs „Patente Erfinder“ den ersten Preis und wurde vom Innovationsminister des Landes Nordrhein-Westfalen, Prof. Pinkwart, ausgezeichnet.

Die oben geschilderten Untersuchungen mit den verschiedenen Hemibastadinderivaten lieferten auch interessante Einblicke in Struktur-Aktivitäts-Beziehungen. So ist die Bromierung der aromatischen Ringe im Hemibastadin und Dibromhemibastadin für die *Antifouling*-Aktivität zwar wichtig, jedoch nicht essenziell. Dies zeigt das Debromhemibastadin, dem die Bromsubstituenten fehlen. Auch diese Verbindung weist eine *Antifouling*-Wirkung auf die *Balanus*-Larven auf, jedoch erst im Konzentrationsbereich zwischen 10 und 100  $\mu\text{M}$ . Damit ist das nicht bromierte Derivat circa zehnmal schwächer aktiv als das Hemibastadin oder das Dibromhemibastadin (Abb. 2). Die Oximgruppe, die alle natürlich vorkommenden Bastadinderivate sowie auch das Hemibastadin und das Dibromhemibastadin trägt, ist dagegen für die Wirkung auf die *Balanus*-Larven essenziell. Dies wird durch den Vergleich der Wirkung des Debromhemibastadins mit der Wirkung des Tyrosinyltyramins verdeutlicht. Das Tyrosinyltyramin, das statt der ungewöhnlichen Oximgruppe die üblicherweise zu beobachtende Aminogruppe trägt, ist bis zu einer Konzentration von 100  $\mu\text{M}$  völlig inaktiv (Abb. 2). Damit ist der Beweis erbracht, dass die Oximgruppe

<sup>5</sup> Vgl. Ortlepp *et al.* (2007).

ein wichtiger Pharmakophor der Bastadine beziehungsweise des Hemibastadins ist und ursächlich mit der *Antifouling*-Aktivität dieser Verbindungen in Zusammenhang steht.

Offen ist dagegen noch die Frage nach dem Zielmolekül beziehungsweise den Zielmolekülen der Bastadine beziehungsweise der Hemibastadinderivate in den *Balanus*-Larven. Eine mögliche Erklärung zielt auf die Beeinflussung des Calciumspiegels in den Larven ab. Es ist bekannt, dass der Calciumspiegel wichtig für die Anheftung der *Balanus*-Larven ist<sup>6</sup> und dass eine Reduktion des intrazellulären Calciumspiegels die Anheftung blockiert.<sup>7</sup> Ferner ist bekannt, dass zumindest die Bastadinderivate den Calciumspiegel durch Interaktion mit dem so genannten Ryanodinrezeptor am sarkoplasmatischen Retikulum beeinflussen.<sup>8</sup> Auch wenn solche Effekte für das Hemibastadin und seine Derivate bisher noch nicht untersucht wurden, kann aufgrund der Strukturähnlichkeit zu den Bastadinen davon ausgegangen werden, dass hier ebenfalls eine Wechselwirkung mit dem Ryanodinrezeptor gegeben ist.

### **Auch andere oximhaltige Naturstoffe aus Schwämmen zeigen Anti-fouling-Aktivität**

Interessanterweise weisen, wie wir ebenfalls zeigen konnten, auch andere oximhaltige Naturstoffe aus Schwämmen *Antifouling*-Aktivität im *Balanus*-System auf, haben aber im Vergleich zum Dibromhemibastadin den Nachteil, dass sie entweder schwerer zu synthetisieren sind oder dass sie toxische Nebenwirkungen aufweisen. Da aber auch diese Verbindungen ebenso wie die Bastadine beziehungsweise wie das Dibromhemibastadin Oximgruppen tragen und ebenfalls Bromtyrosinabkömmlinge darstellen, sollen sie an dieser Stelle kurz vorgestellt werden. Das Aplysamin-2 (Abb. 4) aus dem tropischen Schwamm *Pseudoceratina purpurea* ist wie die Bastadine beziehungsweise das Dibromhemibastadin ein ausgezeichneter Hemmstoff für die Anheftung von *Balanus*-Larven (Abb. 2) und unterbindet diese im Konzentrationsbereich zwischen 1 und 10  $\mu\text{M}$ .<sup>9</sup> Die Struktur dieser Verbindung ist jedoch komplexer als die des Dibromhemibastadins, so dass von einer Synthese und vertieften Untersuchung dieses Moleküls abgesehen wurde.

Das Psammaplysin A sowie das Psammaplysin-A-Sulfat (Abb. 4) sind Naturstoffe des Schwammes *Aplysinella rhax* und tragen neben Bromsubstituenten in den Tyrosinbausteinen ebenfalls die typischen Oximgruppen. Wie aufgrund der strukturellen Eigenschaften bereits zu erwarten war, weist auch das Psammaplysin A im Konzentrationsbereich zwischen 1 und 10  $\mu\text{M}$  eine deutliche *Antifouling*-Aktivität auf, die jedoch von einer toxischen Wirkung begleitet wird (Abb. 2). Interessanterweise ist das verwandte Psammaplysin-A-Sulfat dagegen völlig inaktiv. Letzteres unterscheidet sich vom Psammaplysin A nur durch einen Sulfatsubstituenten in einem der aromatischen Ringe und ist dadurch deutlich polarer. Es ist zu vermuten, dass das Psammaplysin-A-Sulfat daher nicht mittels Diffusion in die *Balanus*-Larven vordringen kann und das (beziehungsweise die) intrazelluläre(n) Target(s) nicht erreicht. Wie im Fall der Bastadine beziehungsweise der Hemibastadinderivate ist nicht klar, welche Zielmoleküle getroffen werden, um so die Anheftung der Larven zu

<sup>6</sup> Vgl. Rittschof *et al.* (1986).

<sup>7</sup> Vgl. Clare *et al.* (1996).

<sup>8</sup> Vgl. Mack *et al.* (1994).

<sup>9</sup> Vgl. Ortlepp *et al.* (2007).



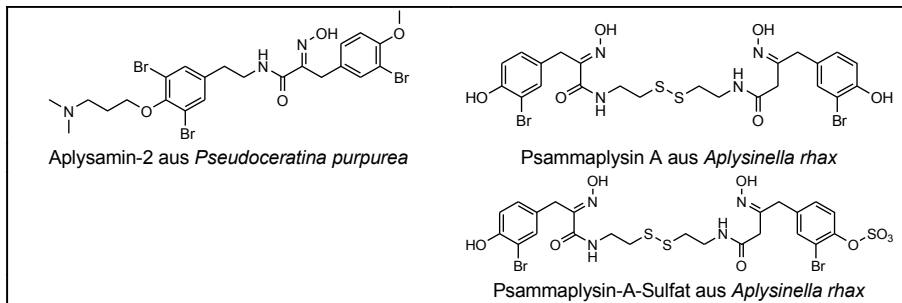


Abb. 4: Aplysamin-2, Psammaplysin A und Psammaplysin-A-Sulfat

unterbinden, doch ist es sehr wahrscheinlich, dass sich diese intrazellulär befinden müssen. Aufgrund der beobachteten Toxizität des Psammaplysin A wurde auch hier davon abgesehen, die Substanz in Richtung einer Anwendung weiter zu verfolgen.

## Ausblick

Eine systematische und fokussierte Erforschung des Naturstoffpotenzials mariner Schwämme mit dem Ziel, neue *Antifouling*-Wirkstoffe zu entdecken, hat in unseren Untersuchungen mit der Synthese des Dibromhemibastadins zum Erfolg geführt. Die Verbindung wird derzeit nach Einbringen in verschiedene Lack- beziehungsweise Farbmatices im Meer (zum Beispiel als Anstrich auf Teilen von Schiffsrümpfen) auf ihre *Antifouling*-Wirkung getestet. Die Entwicklung des Dibromhemibastadins basierend auf Naturstoffen aus Schwämmen beleuchtet aber auch das zukünftige Potenzial, das Schwammhaltstoffe aufgrund der besonderen Lebensweise der Schwämme und des ständigen Drucks, der durch Epibionten auf ihnen lastet, weiterhin für die *Fouling*-Forschung bereithalten. Dem Mensch steht hier ein über Millionen von Jahren selektioniertes und optimiertes Arsenal von Wirkstoffen zur Verfügung, das es ökologisch verantwortungsvoll zu entdecken und zu nutzen gilt.

## Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Unterstützung unserer Forschungsarbeiten und Prof. Lars Bohlin und Dr. Martin Sjögren (Uppsala University, Schweden), Dr. Mia Dahlström (Tjärnö Marine Biological Laboratory, Schweden), Dr. Ruangelie Edrada-Ebel (University of Strathclyde, Schottland) sowie Dr. Rainer Ebel (University of Aberdeen, Schottland) für die gute und kollegiale Zusammenarbeit.

## Literatur

ALZIEU, C., J. SANJUAN, J. P. DELTREIL und M. BOREL (1986). „Tin contamination in Arcachon bay-effects on oyster shell anomalies“, *Marine Pollution Bulletin* 17, 494–498.

- ALZIEU, C., J. SANJUAN, P. MICHEL, M. BOREL und J. P. DRENO (1989). „Monitoring and assessment of butyltins in atlantic coastal waters“, *Marine Pollution Bulletin* 20, 22–26.
- CLARE, A. S. (1996). „Signal transduction in barnacle settlement: calcium re-visited“, *Biofouling* 10, 141–159.
- IMO (2001). „Resolution on early and effective application of the international convention on the control of harmful antifouling systems on ships“. *Resolution A928 (22)* IMO.
- MACK, M. M., T. F. MOLINSKI, E. D. BUCK und I. N. PESSAH (1994). „Novel modulators of skeletal-muscle Fkbp12 calcium-channel complex from *Ianthella basta* – role of Fkbp12 in channel gating“, *Journal of Biological Chemistry* 269, 23236–23249.
- ORTLEPP, S., M. SJÖGREN, M. DAHLSTRÖM, H. WEBER, R. EBEL, R. EDRADE-EBEL, C. THOMS, P. SCHUPP, L. BOHLIN und P. PROKSCH (2007). „Antifouling Activity of Bromotyrosine-Derived Sponge Metabolites and Synthetic Analogues“, *Marine Biotechnology* 9, 776–785.
- RITTSCHOF, D., J. MAKI, R. MITCHELL und J. D. COSTLOW (1986). „Ion and neuropharmacological studies of barnacle settlement“, *Netherlands Journal of Sea Research* 20, 269–275.

# STEPHAN RAUB, JENS ECKEL, REINHOLD EGGER und STEPHAN OLBRICH

## Fortschritte in der Forschung durch Hochleistungsrechnen – Kooperation von IT-Service, Informatik und Physik

Zu den Dienstleistungen des Zentrums für Informations- und Medientechnologie im Servicebereich „Hochleistungsrechnen“ gehören nicht nur Maßnahmen zum Betrieb komplexer Rechencluster, sondern auch fortgeschrittene Services zur Unterstützung der effektiven Nutzung. Letztere basieren unter anderem auf dem so genannten Monitoring der Hochleistungsrechner<sup>1</sup>, mit dem die Intensität und die Effizienz der verschiedenen Rechenanwendungen systematisch ausgewertet werden. Darüber hinaus beobachtet und bewertet das Zentrum für Informations- und Medientechnologie – in enger Kooperation mit dem Lehrstuhl für IT-Management (Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich) – kontinuierlich den jeweils aktuellen Stand der Technik der Rechnerarchitekturen.

Im Rahmen eines zweijährigen, von der IT-Firma Bull geförderten Forschungsprojekts wurde – neben anderen Teilprojekten wie zum Beispiel <myJAM/> – zu Projektbeginn die damals innovative GPGPU-Technologie („General-Purpose Computation on Graphics Processing Units“) der Firma nVidia in den Bull-Rechencluster des Zentrums für Informations- und Medientechnologie integriert und im Projektverlauf erprobt. Dazu wurde eine besonders rechenintensive Anwendung im Institut für Theoretische Physik der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität identifiziert. In Kooperation mit dem Lehrstuhl für Festkörperphysik (Univ.-Prof. Dr. Reinhold Egger) wurde das Programm ISPI (iterative Summation des Pfadintegrals)<sup>2</sup> deutlich beschleunigt. Inzwischen können deutlich größere Probleme in immer noch überschaubarer Zeit gelöst werden. Außerdem wird das Zentrum für Informations- und Medientechnologie in der kurzfristig geplanten Erweiterung des zentralen Hochleistungsrechners mehrere Rechenknoten der Firma Bull ergänzen, die mit aktuellen Intel-Quadcore-Prozessoren sowie integrierten GPGPU-Rechenbeschleunigern ausgestattet sind. Damit werden die Erfahrungen aus der prototypischen Pilotierung unmittelbar in den Betrieb und das erweiterte Serviceangebot überführt.

### Einleitung

In den letzten Jahren konnten größere Leistungssteigerungen im Bereich des Hochleistungsrechnens insbesondere durch den Einsatz von „Compute-Beschleunigern“ realisiert werden. Einer der Trends ist der Einsatz von Grafikprozessoren (GPU, Graphics Processing Unit) der Firma nVidia, die ursprünglich für leistungsstarke 3-D-Beschleunigerkarten

<sup>1</sup> Vgl. auch „Werkzeuge für Monitoring und Management von Rechenclustern – Anforderungen und Entwicklung des Tools <myJAM/>“ in diesem Jahrbuch, S. 783–791

<sup>2</sup> Vgl. Weiss *et al.* 2008.

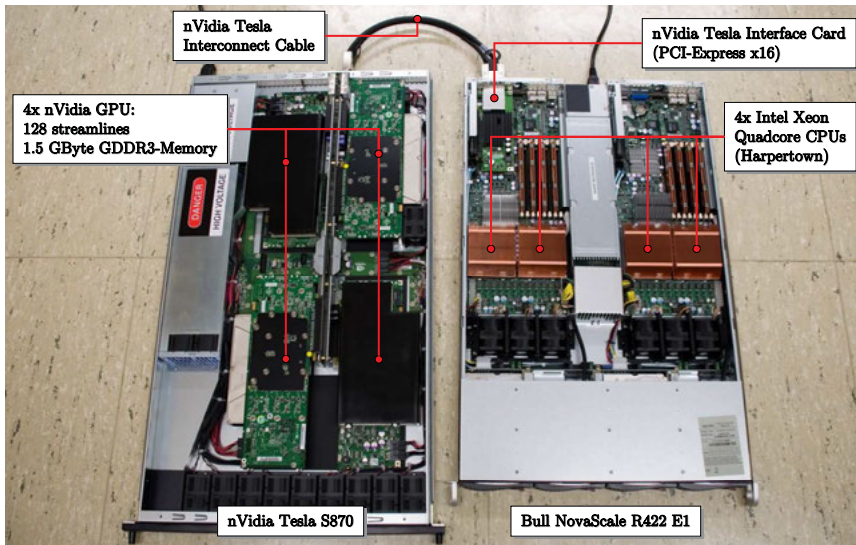


Abb. 1: Innenansicht und Verkabelung der nVidia TESLA

entwickelt wurden. Mit CUDA (Compute Unified Device Architecture) bietet nVidia ein einheitliches API (*Application Programming Interface* – Programmierschnittstelle), um GPGPUs quasi als Koprozessoren einsetzen zu können.

Die TESLA-Serie<sup>3</sup> von nVidia geht noch einen Schritt weiter und bietet die jeweils leistungsstärksten GPUs mit qualitativ hochwertigem Speicher als reine Compute-Beschleuniger an. TESLA-Beschleuniger besitzen erst gar keinen Videoausgang, obwohl es sich gleichwohl um vollwertige Grafikprozessoren handelt, was ihren dedizierten Einsatz als pure Rechenbeschleuniger unterstreicht.

Durch entsprechende hybride Programmieransätze lassen sich GPGPUs auch zur Beschleunigung diverser wissenschaftlicher Simulationen einsetzen. Neben der nativen hybriden Programmierung in CUDA spielen hier der Einsatz spezieller hybrider Softwarebibliotheken sowie von speziellen „CUDA-fähigen“ Compilern eine wichtige Rolle. Dieses soll hier exemplarisch an einer Applikation aus dem Bereich der theoretischen Festkörperphysik gezeigt werden.

Die Heinrich-Heine-Universität war die erste Universität in Deutschland, die eine TESLA S870 (Abb. 1) gekauft und installiert hat. In diesem Beschleuniger stecken gleich vier Grafikprozessoren der G80-Serie, wie man sie von High-End-3-D-Karten kennt. Damit ist die gesamte Tesla etwa 400-mal schneller als heutige Desktop-PCs und kann bereits als ein kleiner Hochleistungsrechner angesehen werden, der aber im Gegensatz zu konventionellen Superrechnern bereits mit „Steckdosenstrom“ auskommt.

<sup>3</sup> Benannt nach Nikola Tesla (1856–1943).

## Speed-up für Physiker

In der Molekularelektronik wie auch in nanostrukturierten Bauelementen ist man primär an elektrischen Transportgrößen (wie zum Beispiel der Stromspannungscharakteristik) interessiert. Auf theoretischer Seite ist diese Fragestellung sehr reizvoll (aber auch schwierig), da zum einen die Effekte der Coulombkräfte zwischen Elektronen in solchen Nanostrukturen sehr wichtig sein können und zum anderen das System nicht mehr im thermodynamischen Gleichgewicht ist. Erst in den letzten Jahren wurden Zugänge entwickelt, die eine zuverlässige numerische Analyse dieser Frage erlauben. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung wurde mit der Entwicklung iterativer Pfadintegralsimulationen und der Implementierung dieser Methode in dem Programm ISPI am Lehrstuhl für Festkörperphysik des Instituts für Theoretische Physik (Univ.-Prof. Dr. Reinhold Egger) der Heinrich-Heine-Universität getan.

Diese eine Anwendung hat auf dem GAUSS-Cluster über 400.000 CPU-Stunden Rechenzeit (das sind etwas mehr als 45 Jahre) in weniger als sechs Monaten genutzt. Es entstand eine Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für IT-Management von Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich (zugleich Direktor des Zentrums für Informations- und Medientechnologie) und dem Lehrstuhl von Professor Egger mit dem Ziel, ISPI durch den Einsatz der nVidia TESLA zu beschleunigen.

Ignoriert man den kompletten physikalischen Hintergrund von ISPI, so wird die Laufzeit allein von einem Parameter  $K$  bestimmt. Grob gesprochen handelt es sich dabei um die Anzahl von Zeitschritten, die für die Berechnung jedes weiteren Zeitschrittes mit berücksichtigt werden. Die Laufzeit für den originalen ISPI-Code wächst extrem schnell mit steigendem  $K$  (Abb. 2a). Rechnungen mit  $K > 6$  waren nie durchgeführt worden, da für publizierbare Ergebnisse sehr viele Rechnungen mit jedem  $K$  erforderlich sind. Für physikalisch interessante Probleme wäre sogar  $K$  im Bereich von  $K = 12$  notwendig. Das erfordert jedoch Rechnungen, die mit dem alten Code undurchführbar wären.

## Wo ist nur die (Rechen-)Zeit geblieben?

Am Anfang jedes Optimierungsprozesses steht verpflichtend ein gewissenhaftes und gründliches Benchmarking und Profiling. Ziel ist es herauszufinden, in welchen Programmteilen die meiste Rechenzeit verbraucht wird und welche Teile überhaupt optimierbar sind. Darüber hinaus soll das Skalierungsverhalten des Codes abgeschätzt werden.

Unser Profiling mit dem Ziel, die Programmteile zu identifizieren, die die Laufzeit maßgeblich bestimmen, lieferte ein klares Ergebnis (Abb. 2b): Bereits ab einem  $K = 3$  verbringt das Programm über 70 Prozent in einem einzigen Rechenschritt; ab einem  $K = 4$  sind es sogar mehr als 90 Prozent. Somit hatten wir eine eindeutige Programmregion, bei der sich eine Optimierung lohnte.

In dem identifizierten Programmteil werden drei quadratische, komplexwertige Matrizen miteinander multipliziert:

$$\underline{\underline{\mathbf{L}}} = \underline{\underline{\mathbf{B}}} \cdot \underline{\underline{\mathbf{C}}}^{-1} \cdot \underline{\underline{\mathbf{D}}} \quad (11)$$

mit

$$\underline{\underline{\mathbf{L}}}^{n \times n}, \underline{\underline{\mathbf{B}}}^{n \times n}, \underline{\underline{\mathbf{C}}}^{n \times n}, \underline{\underline{\mathbf{D}}}^{n \times n} \in \mathbb{C} \quad (12)$$

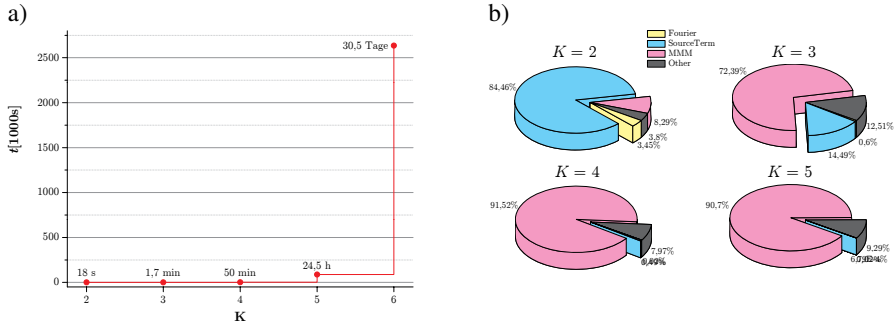


Abb. 2: Skalierung und Profiling des originalen ISPI

und der elementweisen Schreibweise

$$L_{ij} = \sum_k^n \sum_l^n b_{ik} \cdot c_{kl} \cdot d_{lj}. \quad (13)$$

```

1      do i = 1, n
2          do j = 1, n
3              do k = 1, n
4                  do l = 1, n
5                      L(i, j) = L(i, j) + B(i, k) * C(k, l) * D(l, j)
6                  end do !. of l
7              end do !. of k
8          end do !. of j
9      end do !. of i

```

Abb. 3: Fortran-Code der Vierfachschleife

Der erste Ansatz zur Berechnung von (13) wäre die exakte Umsetzung der Doppelsumme für alle  $L_{ij}$ , was auf eine vierfach geschachtelte Schleife hinausläuft (Abb. 3). Und genauso war es im originalen ISPI auch implementiert. Von einem rein mathematischen Standpunkt aus ist das völlig korrekt. Jedoch skaliert der Rechenaufwand dieser Vierfachschleife mit  $\mathcal{O}(n^4)$  und verursacht eine Menge Multiplikationsoperationen und etliche Zugriffe auf zweidimensionale Felder. Für den Fall, dass alle Matrizen die Dimension 24 mal 24 besitzen (was eher klein ist), sind mit dieser Methode mehr als 660.000 Multiplikationsoperationen und mehr als 1,6 Millionen Feldzugriffe zur Berechnung notwendig (Tab. 1, Spalte „eine Vierfachschleife“).

Obwohl Fortran das Akronym für „FORMula TRANslating system“ ist, sollte man genau das, nämlich eine beliebige Gleichung eins zu eins in ein Programm umsetzen, „nicht“ machen. Als ein *Proof of Concept* ist das völlig akzeptabel, aber wie man an diesem Beispiel gut erkennt, kann der entstandene Code sehr schlecht skalieren und so den Schritt hin zu physikalisch relevanten Systemgrößen versperren. Darüber hinaus verringert sich durch die schiere Anzahl der Multiplikationen die Genauigkeit der errechneten Werte.

n	eine Vierfachschleife		zwei Dreifachschleifen	
	Multiplikationen	Feldzugriffe	Multiplikationen	Feldzugriffe
8	8.192	20.480	1.024	4.096
12	41.472	103.680	3.456	13.824
16	131.072	327.680	8.192	32.768
20	320.000	800.000	16.000	640.000
24	663.552	1.658.880	27.648	110.592

Tab. 1: Vergleich der Anzahl der Multiplikationen und der Feldzugriffe der beiden Schleifenvarianten

## Berechnung einer Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation

Eine gängige Praxis, um die Komplexität eines Problems zu verringern, ist, das neue Problem in bereits bekannte und damit verstandene Subprobleme zu zerlegen, für die optimierte Lösungen existieren. Ein offensichtlicher Schritt zur Berechnung von (11) ist die Zerlegung in zwei Matrix-Matrix-Multiplikationen:

$$\underline{\underline{L}} = \underline{\underline{B}} \cdot \underbrace{\underline{\underline{C}}^{-1} \cdot \underline{\underline{D}}}_{\underline{\underline{T}}}$$

$$\underline{\underline{T}} = \underline{\underline{C}}^{-1} \cdot \underline{\underline{D}}$$

$$\underline{\underline{L}} = \underline{\underline{B}} \cdot \underline{\underline{T}}$$

```

1      do i = 1, n
2          do j = 1, n
3              do k = 1, n
4                  T(i, j) = T(i, j) + C(i, k) * D(k, j)
5              end do !. of k
6          end do !. of j
7      end do !. of i
8
9      do i = 1, n
10         do j = 1, n
11             do k = 1, n
12                 L(i, j) = L(i, j) + B(i, k) * T(k, j)
13             end do !. of k
14         end do !. of j
15     end do !. of i

```

Abb. 4: Fortran-Code der zwei Dreifachschleifen

Obwohl dieser Schritt wirklich „sehr“ trivial ist, ist der Effekt auf die Recheneffizienz doch dramatisch. Zunächst wird durch diese Zerlegung die Komplexität von  $\mathcal{O}(n^4)$  auf  $\mathcal{O}(n^3)$  reduziert, da zur Berechnung jetzt nur noch zwei dreifach verschachtelte Schleifen nötig sind (Abb. 4). Darüber hinaus verringert sich dadurch sowohl die Anzahl der Multiplikationen als auch die Anzahl der Feldzugriffe dramatisch (siehe Tab. 1, Spalte „zwei Dreifachschleifen“). Das bewirkt nicht nur eine sehr stark verkürzte Rechenzeit, sondern

auch eine Verbesserung der Genauigkeit durch die geringe Anzahl an Fließkomma-Multiplikationen.

Die Matrix-Matrix-Multiplikation ist ein sehr gut verstandenes Problem, für das es hochoptimierte Algorithmen gibt. Ausgehend von (14) ist es sehr einfach, einen beliebigen Algorithmus für die zwei Matrix-Matrix-Multiplikationen zu benutzen. Die *Basic Linear Algebra Subprograms* (BLAS) sind eine Sammlung von Operationen aus dem Bereich der linearen Algebra und Gegenstand ständiger Optimierungen durch Forschung und Industrie. Die Funktion zur generellen Matrix-Matrix-Multiplikation (GEMM) ist eine der am meisten benutzten Operationen aus dieser Sammlung – nicht nur für Benchmarkzwecke, sondern auch in Anwendungen aus der Quantenmechanik – und wird daher seit ihrer Erstimplementierung 1979 ständig optimiert.

Was jedoch, wenn man für einen neuen Ansatz keine Funktion zur Hand hat, die seit 30 Jahren ständig optimiert wird? In diesem Fall ist man auf einen Compiler angewiesen, der einen selbstgeschriebenen Code bestmöglich optimieren kann. Die neueste Generation der PGI-Compiler der Firma The Portland Group<sup>4</sup> geht sogar noch einen Schritt weiter als eine normale Optimierung und generiert direkt CUDA-Code aus gewohnten Hochsprachen wie FORTRAN und C/C++, der dann auf aktuellen Beschleunigern, wie zum Beispiel der nVidia TESLA, ausgeführt werden kann.

```

1!$acc region
2    do i = 1, n
3        do j = 1, n
4            do k = 1, n
5                T(i,j) = T(i,j) + C(i,k) * D(k,j)
6            end do !. of k
7        end do !. of j
8    end do !. of i
9
10   do i = 1, n
11       do j = 1, n
12           do k = 1, n
13               L(i,j) = L(i,j) + B(i,k) * T(k,j)
14           end do !. of k
15       end do !. of j
16   end do !. of i
17!$acc end region

```

Abb. 5: Fortran-Code der zwei Dreifachschleifen mit PGI-Compiler-Anweisungen zur Erzeugung von CUDA-Code

Die Handhabung dieser Funktion ist denkbar einfach: Die Programmregion, die auf der TESLA ausgeführt werden soll, wird einfach zwischen den !\$acc-Anweisungen eingeschlossen – mehr ist nicht nötig (Abb. 5). Der PGI-Compiler bestimmt selbstständig, welche Arrays vom Speicher des Rechenknotens in den Speicher der TESLA hinein- und anschließend wieder zurückkopiert werden müssen. Außerdem generiert der Compiler alle notwendigen Anweisungen zum Speichermanagement auf der TESLA.

<sup>4</sup> Vgl. <http://pgroup.com> (29.10.2009).



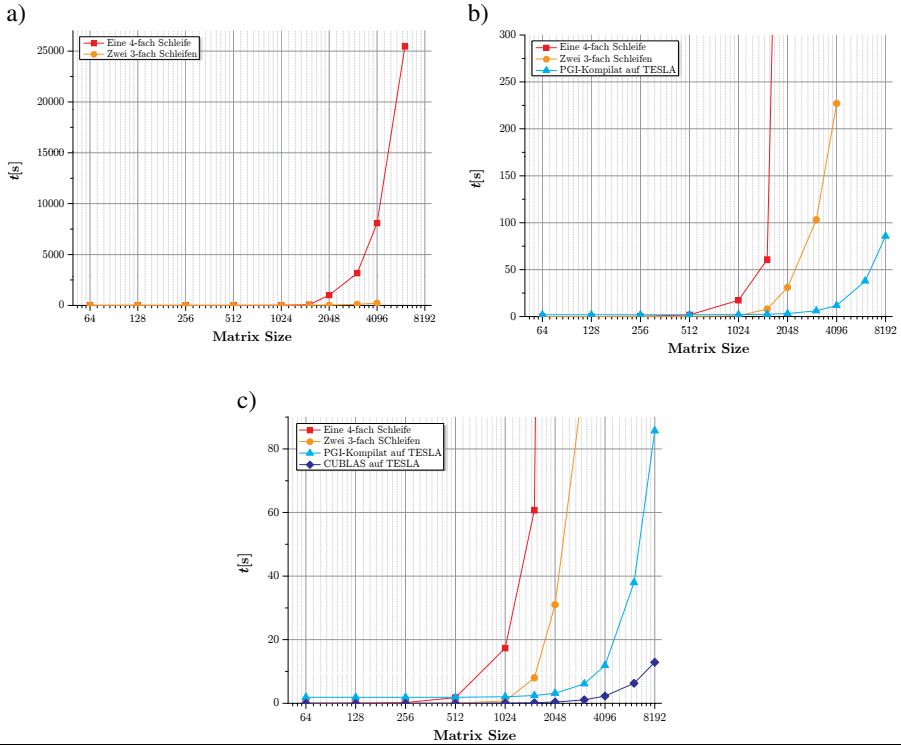


Abb. 6: Vergleich des Skalierungsverhaltens der unterschiedlichen Algorithmen für die Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation

## Benchmarking

Das Benchmarking der drei oben beschriebenen Möglichkeiten einer Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation wurde auf einer Bull NovaScale R422-E1 mit Intel Xeon 5462 (Harpertown) Dualcore CPU (2,8 Gigahertz) und angeschlossener nVidia TESLA S870 durchgeführt. Gemessen wurde die Laufzeit der verschiedenen Algorithmen in Abhängigkeit von der Dimension der Matrizen.

Abbildung 6a zeigt den deutlichen Unterschied zwischen der Vierfachschleife und den zwei aufeinanderfolgenden Dreifachschleifen. Zusätzlich ist in Abbildung 6b der Vergleich mit der PGI-compileden CUDA-Version der zwei Dreifachschleifen dargestellt. Mit nur wenigen Handgriffen kann also unter Verwendung des hochspezialisierten PGI-Compilers aus normalem Fortran-Code ein Programm erzeugt werden, das die Fähigkeiten der TESLA nutzt, um eine dramatische Beschleunigung des Programms zu erreichen.

Der Vollständigkeit halber ist in Abbildung 6c noch die Leistung der CUBLAS-Bibliothek dargestellt, mit der nVidia eine Teilmenge der BLAS-Funktionen CUDA-beschleunigt bereitstellt.

## Speicher – „There and Back Again“

Wie eingangs bereits dargestellt, sind die Beschleuniger der Firma nVidia aus deren Grafikkarten hervorgegangen. Dieses Design bedingt, dass der Beschleuniger seinen eigenen Arbeitsspeicher hat und die GPU Zugriff nur allein auf diesen Speicher besitzt. Damit also auf dem Beschleuniger gerechnet werden kann, müssen zunächst die relevanten Daten vom Arbeitsspeicher des Computenode (Host-Memory) in den Arbeitsspeicher des Beschleunigers (Device-Memory) kopiert werden.

Bezogen auf die Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation in ISPI müssen also zunächst die drei Matrizen generiert (wobei  $\underline{\underline{C}}$  obendrein noch invertiert werden muss) und dann in das Device-Memory kopiert werden. Dann kann auf der TESLA die eigentliche Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation erfolgen, um anschließend die Lösung wieder zurück in das Host-Memory zu kopieren. Ein schematischer zeitlicher Ablauf ist in Abbildung 7a dargestellt.

Der Zugriff der GPGPUs auf ihren lokalen Speicher erfolgt zwar mit 76,8 Gigabyte pro Sekunde. Der Datentransfer zwischen Host- und Device-Memory erfolgt jedoch über die PCI-Express(x16)-Schnittstelle der TESLA und ist damit auf  $16 \cdot 250$  Megabyte pro Sekunde limitiert. Je nach Szenario kann der Datentransfer damit schnell zum Nadelöhr werden.

Durch spezielle Routinen in den nVidia-Laufzeitbibliotheken ist es jedoch möglich, den Datentransfer „asynchron“ zum Programmfluss durchzuführen, das heißt Daten zu kopieren, während sowohl CPU als auch GPGPU Rechnungen durchführen.

Abbildung 7b zeigt schematisch eine Möglichkeit, sich diesen asynchronen Datentransfer für ISPI zunutze zu machen: Sofort, nachdem die erste Matrix  $\underline{\underline{D}}$  generiert ist, wird ihr Transfer in das Device-Memory angestoßen. Während der Transfer läuft, wird die zweite Matrix  $\underline{\underline{C}}$  generiert, invertiert und anschließend sofort in das Device-Memory transferiert. Sobald auch  $\underline{\underline{C}}^{-1}$  vollständig im Device-Memory ist, kann schon die erste Matrix-Matrix-Multiplikation erfolgen.

Schon direkt nach der Invertierung von  $\underline{\underline{C}}$  kann die letzte Matrix  $\underline{\underline{B}}$  generiert werden, simultan zum Transfer von  $\underline{\underline{C}}^{-1}$  und der anschließenden Matrix-Matrix-Multiplikation auf der TESLA. Ist  $\underline{\underline{B}}$  vollständig generiert, kann diese Matrix sofort in das Device-Memory übertragen werden, unabhängig davon, ob die erste Matrix-Matrix-Multiplikation schon abgeschlossen ist.

Ist sowohl  $\underline{\underline{B}}$  vollständig im Device-Memory und ist die erste Multiplikation abgeschlossen, kann die zweite Multiplikation und danach der Transfer der Lösung  $\underline{\underline{L}}$  zurück in das Host-Memory erfolgen.

Die hier beschriebene Vorgehensweise, bei der die Datengenerierung, der Datentransfer und die Berechnung zeitlich überlappt stattfinden, kann zu einer deutlichen Verkürzung der Programmlaufzeit führen. Die Realisierung solcher so genannten asynchronen Algorithmen ist ein Gegenstand intensiver Forschung und Entwicklung am Lehrstuhl für IT-Management. Allerdings erhöht dieser Ansatz nicht immer die Effizienz; entweder weil die Matrizen zu klein sind, als dass ein solcher Aufwand Beschleunigung bringen würde, oder weil die Matrizen so groß sind, dass nicht alle Daten gleichzeitig in das begrenzte Device-Memory passen würden und völlig andere Wege gegangen werden müssten.

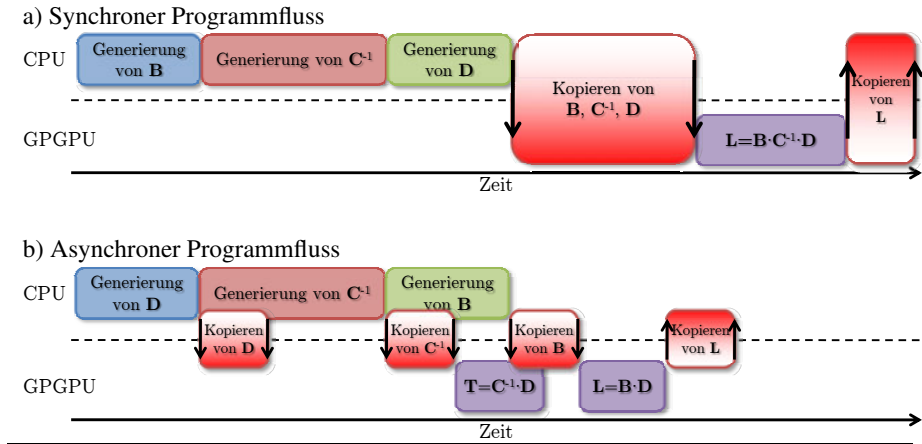


Abb. 7: Gegenüberstellungen von möglichem synchronem und asynchronem Programmfluss bei der Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation

Interessant erscheint hier die Möglichkeit, dass der PGI-Compiler die Befehle zur Verfügung stellt, in Abhängigkeit von erst zur Laufzeit bekannten Größen in den TESLA-Code zu verzweigen oder nicht.

## Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Beispiel zeigt zwei Dinge: (1.) Bereits bestehende und optimierte Bibliotheken zu nutzen bleibt der primäre Ansatz. Jeder, der auf leistungsstarke Software angewiesen ist, sollte ausführlich nach geeigneten Bibliotheken suchen, bevor er anfängt, selbst eine Methode zu schreiben. (2.) Code sollte nicht einfach von einer Formel in ein Stück Code übersetzt werden. Es kann sich lohnen, sein Problem so umzuformulieren, dass hochperformante Bibliotheken genutzt werden können.

Existieren für einen neuartigen Ansatz keine Bibliotheken, müssen die numerischen Algorithmen selbst entwickelt werden. Durch Compiler wie den PGI-Compiler ist es sehr einfach möglich, aktuelle Compute-Beschleuniger auch dann zu benutzen, wenn noch keine optimierten Bibliotheken zur Verfügung stehen.

Für ISPI konnten wir schon jetzt Erkenntnisse aus unserer Forschung nutzen. Nach der kompletten Umstellung des ISPI-Codes wurde die Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation komplett neu implementiert. Rechnungen mit einem  $K = 6$  sind in annehmbarer Rechenzeit durchführbar (für  $K = 6$  circa 40 Stunden im Vergleich zu 30 Tagen vorher), obwohl noch längst nicht alle möglichen Beschleunigungen implementiert wurden.

Jedoch wird nun – nach der Optimierung der ehemals geschwindigkeitsbestimmenden Matrix-Matrix-Matrix-Multiplikation – die Rechenzeit von einer anderen Operation dominiert: Mehr als zwei Drittel verbringt das Programm mit der Inversion der Matrix  $\underline{C}$  und der Berechnung von Determinanten. Beides sind Funktionen, die auf der so genannten LU-

Faktorisierung von Matrizen beruhen. Deren Portierung nach CUDA ist alles andere als trivial<sup>5</sup>.

Somit bleiben die geschickte Ausnutzung von asynchronen Datentransfermethoden und die Verlagerung von möglichst vielen Rechenschritten auf die TESLA weiterhin ein spannendes Forschungsgebiet in der Kooperation zwischen der Theoretischen Physik und der Informatik.

Durch die rasante Verbreitung der Beschleunigertechnologie wird sie bald in fast allen Bereichen der *Simulation Sciences* eine wichtige Rolle spielen, auch wenn die Portierung von bestehenden Anwendungen jedes Mal aufs Neue eine Herausforderung darstellt. Doch diese Herausforderung wird mit zunehmender Verfügbarkeit von Entwicklungswerkzeugen wie dem PGI-Compiler oder der von nVidia angekündigten „Nexus“-Entwicklungs-umgebung immer besser zu bewältigen sein.

## Literatur

- VOLKOV, V. und J. DEMMEL (2008). „LU, QR and Cholesky Factorizations using Vector Capabilities of GPUs“. Technical Report No. UCB/EECS-2008-49. <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2008/EECS-2008-49.pdf> (07.07.2009).
- WEISS, S., J. ECKEL, M. THORWART und R. EGGER (2008). „Iterative real-time path integral approach to nonequilibrium quantum transport“, *Physical Review B* 77(24), 195316/1–12.

---

<sup>5</sup> Volkov *et al.* (2008).





# **Philosophische Fakultät**





# Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann  
Dekan  
(bis 2. Februar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Hans Theo Siepe  
Dekan  
(seit 3. Februar 2009)  
Prodekan  
(bis 2. Februar 2009)



Univ.-Prof. Dr. Bruno Bleckmann  
Prodekan  
(seit 3. Februar 2009)



Dr. Joachim Koblitz  
Studiendekan



## Neu berufene Professorinnen und Professoren

### Univ.-Prof. Dr. Dr. Peter Indefrey

Peter Indefrey studierte in Düsseldorf Medizin und arbeitete nach der ärztlichen Approbation als Assistenzarzt in der Abteilung für Chirurgie des Klinikums Köln-Merheim. Seine Doktorarbeit bei Univ.-Prof. Dr. S. Zepf (Klinisches Institut für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf), die 1991 mit einer Promotion über den Erwerb und die Repräsentation von Wortbedeutungen bei Morbus-Crohn-Patienten abgeschlossen wurde, weckte das Interesse an Fragen des Spracherwerbs und der Sprachverarbeitung. Er studierte Allgemeine Sprachwissenschaft, Philosophie und Psychologie und erhielt 1989 ein Stipendium der Max-Planck-Gesellschaft für ein Promotionsprojekt bei Univ.-Prof. Dr. W. Klein am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik in Nijmegen. Die Promotion zum Dr. phil. erfolgte 2002 mit einer Arbeit zum Erwerb und der Repräsentation der schwachen Substantivdeklinations des Deutschen bei Univ.-Prof. Dr. D. Wunderlich an der Heinrich-Heine-Universität. Von 1994 bis 2001 war er als Postdoktorand und Senior Investigator in der Forschungsgruppe „Neurocognition of Language Processing“ am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik tätig. 2001 übernahm er zusammen mit Prof. Dr. P. Hagoort die Leitung dieser Gruppe und wurde Principal Investigator der Forschungsgruppe „Language and Multilingualism“ am F. C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging in Nijmegen. 2003 übernahm er zusammen mit Dr. M. Gullberg am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik die Leitung eines neuen, von der niederländischen Forschungsorganisation NWO geförderten Projektes („The Dynamics of Multilingual Processing“) zur Erforschung des Erwerbs und der Repräsentation von Zweit- und Drittsprachen mit psycholinguistischen, elektrophysiologischen und hämodynamischen Methoden.



Seine Forschungsinteressen gelten der neuralen Implementierung und dem zeitlichen Ablauf der muttersprachlichen und fremdsprachlichen Sprachverarbeitung. Er wies eine Beteiligung des Broca-Gebietes im Frontalkortex an der syntaktischen Enkodierung beim Sprechen von Sätzen nach und erarbeitete zusammen mit Prof. Dr. W. J. M. Levelt ein neuroanatomisch und zeitlich explizites Wortproduktionsmodell. Darüber hinaus untersuchte er die Veränderung funktioneller und neuraler Sprachrepräsentationen im Laufe des Zweitspracherwerbs sowie die Wechselwirkungen von Erst- und Zweitsprache beim Lexikonzugriff, bei syntaktischer und bei semantischer Verarbeitung.

2008 erhielt er eine Heisenberg-Proffessur der Deutschen Forschungsgemeinschaft und wurde 2009 als Universitätsprofessor für Allgemeine Sprachwissenschaft mit dem Schwerpunkt Psycholinguistik/Neurolinguistik an die Heinrich-Heine-Universität berufen.



**HANS T. SIEPE (Dekan)**

## **Die Philosophische Fakultät im Spiegel der Publikationen ihrer Mitglieder**

Die Philosophische Fakultät hat im vergangenen Jahr – wie auch in den vorherigen Jahren – viel Wert auf die beruflichen Perspektiven ihrer Studierenden gelegt. Gezielt ausgearbeitete Studienordnungen für Bachelor- und Masterstudiengänge sollen den Absolventen auf der Grundlage eines breitgefächerten Repertoires an Fähigkeiten ein möglichst weit gefasstes Spektrum an beruflichen Werdegängen eröffnen. Auch in diesem Jahr ist es der Fakultät wieder gelungen, eine große Zahl neuer Studierender zu gewinnen. Dies spricht für den Erfolg unserer Planungen.

Doch zeichnet sich die Philosophische Fakultät nicht nur durch die Orientierung an einem effektiven Studium aus, sondern auch durch eine rege Forschungstätigkeit. Diese spiegelt sich sowohl in erfolgreichen Konferenzen und Tagungen, die hier in Düsseldorf abgehalten werden konnten, und in der aktiven Teilnahme bei auswärtigen Veranstaltungen, als vor allem auch in den Publikationen der Kolleginnen und Kollegen. Im Rahmen der Profildiskussion, welche die Heinrich-Heine-Universität bereits seit längerem führt, konnte das Dekanat im Sommer 2009 eine Publikationsliste der Jahre 2004 bis 2008 vorlegen, die auf 164 Seiten eindrucksvoll die Forschungstätigkeit der Mitglieder der Fakultät illustriert. Im Einzelnen gliedern sich die insgesamt 2049 Einträge wie folgt:

- 157 Monografien,
- 192 Sammelbände,
- 556 Aufsätze in Fachzeitschriften,
- 1105 Aufsätze in Sammelbänden und
- 39 Herausgeberschaften von Reihen.

Es fällt bei Durchsicht dieser Publikationsliste vor allem auf, wie groß die Bandbreite der Forschungsinteressen ist. Auf den folgenden Seiten möchte ich exemplarisch einige Publikationen, beschränkt auf die Buchpublikationen, in möglichst großer Bandbreite der Fächer präsentieren; bei 157 Monografien und 192 Sammelbänden kann dies natürlich nur eine kleine Auswahl sein.

Einen kleinen interdisziplinären Schwerpunkt bilden Forschungen zu jüdischen Themen. Mit *Das Alphabet des Ben Sira. Eine Hebräisch-deutsche Textausgabe* konnte Dagmar Börner-Klein 2007 ein Werk vorlegen, das nicht nur einen hohen wissenschaftlichen Anspruch hat, sondern auch als Edition weite Verbreitung gefunden hat. Der Historiker Christoph Nonn veröffentlichte 2008 in der Reihe „Kontroversen um die Geschichte“ einen Band mit dem Titel *Antisemitismus*. Bereits 2005 war im Bereich der Soziologie *What We Knew. Terror, Mass Murder and Everyday Life in Nazi Germany. An Oral History* von Karl-Heinz Reuband erschienen. Aus der Germanistik steuerte 2007 Bernd Witte

den Band *Jüdische Tradition und literarische Moderne – Heine, Buber, Kafka, Benjamin* bei. Und der Sammelband *Jews in Eastern Europe. The Yivo Encyclopedia*, der 2008 von Marion Aptroot mit herausgegeben wurde, schafft eine inhaltliche Verbindung zum Bereich der Osteuropäischen Geschichte.

Die Buchpublikationen aus dem Bereich des Historischen Seminars zeigen, dass von der Antike bis zu Forschungen zur Gegenwartsgeschichte ein breit gefächertes Forschungsinteresse besteht. Bruno Bleckmanns *Die Germanen. Von Ariovist bis zu den Wikingern*, erschienen 2008 bei Beck, bildet hier den historischen Auftakt. Auch Bleckmanns Mitarbeiter Timo Stickler publizierte mit *Die Hunnen* in diesem Feld. Die Tatsache, dass diese Monografie (genau wie Bleckmanns *Der Peloponnesische Krieg*) in der Reihe „Wissen“ bei Beck publiziert wurde, zeigt, dass nicht nur hochaktuelle Forschungsliteratur aus den Reihen der Philosophischen Fakultät vorgelegt wird, sondern auch wohlfundierte Studienliteratur. Für den Bereich der mittelalterlichen Geschichte sei exemplarisch das 2006 erschienene Werk *Die Zeit der Karolinger* des verstorbenen Kollegen Johannes Laudage und seiner Mitautoren Lars Hageneier und Yvonne Leiverkus genannt. Die Forschungen in der Germanistik ergänzen diesen Bereich unter anderem mit dem 2006 erschienenen Sammelband *Die Burg im Minnesang und als Allegorie im deutschen Mittelalter*, der unter anderem von Ricarda Bauschke-Hartung herausgegeben wurde. Vor allem auch im Bereich der Frühen Neuzeit zeigt sich, dass das Augenmerk der Forscher immer auch über den deutschen Tellerrand hinausgeht. So publizierte Gerd Krumeich neben mehreren Büchern zu Jeanne d’Arc zusammen mit einem französischen Fachkollegen aus gemeinsamer Betrachtung ein Buch zum Ersten Weltkrieg als deutsch-französische Geschichte (*Une histoire franco-allemande*, 2008 mit Jean-Jacques Becker). Achim Landwehr gewährte 2007 mit dem umfangreichen Werk *Die Erschaffung Venedigs. Raum, Bevölkerung, Mythos 1570–1750* einen detaillierten Einblick in die italienische Geschichte. Die Kunstgeschichte leistete einen genauso wichtigen wie anschaulichen Beitrag zur Gegenwartsgeschichte, unter anderem mit Publikationen wie Jürgen Wieners *Gefühlte Geschichte und lebendige Zeitkunst. Zur Topik im westdeutschen Kirchenbau der Weimarer Republik* (2008). Doch auch ein ebenso tiefgehender wie anschaulicher Band zu *Botticelli*, 2006 vorgelegt von Hans Körner, gehört zum Veröffentlichungsspektrum dieses Faches.

In den Publikationen der Philologien zeigt sich besonders das weite Forschungsspektrum der betreffenden Institute. Besonders ist auch mit dem noch relativ jungen Masterstudiengang „The Americas – Las Américas – Les Amériques“ eben dieser Kontinent mehr in das Blickfeld der Anglistik und Romanistik gerückt. Hier sei vor allem der Band *Latinamerika: So fern und doch so nah? Übersetzungsanthologien und Kulturvermittlung* von Vera Elisabeth Gerling genannt, der 2004 in der Reihe „Transfer“ des Tübinger Gunter-Narr-Verlages erschienen ist. Diese Reihe, begründet von Albert-Reiner Glaap, Rudi Keller und Fritz Nies zur Publikation herausragender Schriften im Bereich Literaturübersetzen, ist kürzlich in neue Herausgeberschaft (Monika Gomille, Bernd Kortländer und Hans T. Siepe) übergegangen. Der Diplomstudiengang Literaturübersetzen ist mittlerweile durch einen Masterstudiengang ersetzt worden. Auch Marion Fries-Dieckmann steuerte mit ihrem 2007 erschienenen Werk *Samuel Beckett und die deutsche Sprache. Eine Untersuchung der deutschen Übersetzungen des dramatischen Werkes* einen Titel bei, der nicht nur für die Anglistik, sondern vor allem auch für den Bereich Literaturübersetzen von höchstem Interesse ist.

Zahlreiche Publikationen aus dem Bereich der Literaturwissenschaften belegen die intensive Forschungstätigkeit. Zu ihnen gehört der von Roger Lüdeke und Virginia Richter herausgegebene Sammelband *Theater im Aufbruch: Das europäische Drama der Frühen Neuzeit* (2008). Vittoria Borsò bestimmte mit dem Buch *Das Andere denken, schreiben, sehen. Schriften zur romanistischen Kulturwissenschaft* die Position ihres Faches im größeren Horizont der Kulturwissenschaft. Klaus Semsch legte 2006 eine Untersuchung vor zu *Strategien der Weltbegegnung in der romanischen Erzählliteratur ab 1980*. Der Germanist Ulrich Welbers erörtert in seinem Buch *Sprachpassagen* die verborgene Sprachwissenschaft bei dem Kulturtheoretiker Walter Benjamin, und Henriette Herwig war 2005 beteiligt an den Studienbegleitbriefen der FernUniversität in Hagen *Von der feministischen Literaturwissenschaft zu den Gender Studies*. Auch die neueren englischen Literaturen erfahren einen hohen Grad an Aufmerksamkeit. Besonders Kanadas Literaturen werden in zahlreichen Publikationen gewürdigt. Nachdem Michael Heinze 2007 einen Aspekt des kanadischen Theaters mit seinem Buch *Love, Sexuality, Identity. The Gay Experience in Contemporary Canadian Drama* einer genauen Analyse unterzogen hatte, legte Albert-Reiner Glaap im Jahr darauf seinen Band *Jewish Facets of Contemporary Canadian Drama* vor.

Der von Astrid Böger, Georg Schiller und Nicole Schröder zusammengestellte Band *Dialoge zwischen Amerika und Europa: Transatlantische Perspektiven in Philosophie, Literatur, Kunst und Musik* (2007) zeichnet sich durch seine hohe Interdisziplinarität aus, wie es auf ganz anderem Gebiet auch die UTB-Publikation *Kurze Geschichte der europäischen Kultur* (2005) des Germanisten Hans-Georg Pott tut.

Auch in den Sprachwissenschaften ist ein hoher Grad an Internationalisierung und Interdisziplinarität festzustellen. Hierzu zählen Veröffentlichungen wie Sebastian Löbners *Funktionalbegriffe und Frames – Interdisziplinäre Grundlagenforschung zu Sprache, Kognition und Wissenschaft* (2005) und das *World lexicon of grammaticalization* (<sup>2</sup>2007) von Bernd Heine und Tanja Kouteva ebenso wie Marianne Gullbergs und Peter Indefreys *The Cognitive Neuroscience of Second Language Acquisition* (2006). Gemeinsam mit Frances Olsen und Ralph Alexander Lorz veröffentlichte Dieter Stein 2008 den Sammelband *Law and language: theory and society*, der einen neuen Forschungsschwerpunkt zwischen der Philosophischen und Juristischen Fakultät illustriert.

Nicht nur die Öffnung in den amerikanischen Raum zählt zu dieser Internationalisierung der Forschung. Das Ostasien-Institut sorgt seit Jahren dafür, dass auch die asiatischen Kulturen in den Lehr- und Forschungshorizont der Philosophischen Fakultät gehören. Michiko Mae gehört zu den Professorinnen, die nicht nur im Bereich der asiatischen Kulturen, sondern vor allem auch im interkulturellen Bereich wichtige Forschungsarbeit geleistet haben. Der mit Britta Saal gemeinsam konzipierte Sammelband *Transkulturelle Genderforschung. Ein Studienbuch zum Verhältnis von Kultur und Geschlecht* (2007) ist ein gutes Beispiel für diesen integrativen Forschungsansatz. Auch länderspezifische Publikationen gehören selbstverständlich zu den Publikationen des Instituts. Annette Schad-Seifert gab 2005 gemeinsam mit Gabriele Vogt den 17. Band des *Jahrbuches des Deutschen Instituts für Japanstudien* heraus und legte 2008 mit mehreren anderen Kollegen das 1.199 Seiten starke Nachschlagewerk *The Demographic Challenge: A handbook about Japan* vor. Ina Hein untersuchte *Geschlechterbeziehungen in der Literatur populärer japanischer Gegenwartsgewerkschaften*.

Das Fach Philosophie nahm sich der unterschiedlichsten Thematiken in den Publikationen der Forscher an. Dieter Birnbacher näherte sich in einer 2006 erschienenen Monografie dem Konzept der *Natürlichkeit* an und schrieb über *Bioethik zwischen Natur und Interesse*. Während Birnbacher und Edgar Dahl sich in einem Sammelband mit dem Titel *Giving death a helping hand. Physician-assisted suicide and public policy. An international perspective* 2008 eines ebenso hochaktuellen wie hochbrisanten Themas annahmen, veröffentlichte Gerhard Schurz gemeinsam mit Edouard Machery und Markus Werning 2005 zwei Sammelbände zum Thema *The compositionality of meaning and content*. Mit seiner Publikation *Einführung in die Wissenschaftstheorie* (2008) leistete Schurz auch einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Der Natur des Fächerverbundes Sozialwissenschaften entsprechend publizierten die Forscher in den verschiedensten Bereichen. Wolfgang G. Stocks *Information Retrieval. Informationen suchen und finden* von 2007 reiht sich in dieses Spektrum ebenso ein wie Bücher von Bernd Miebach zur Soziologischen Handlungstheorie sowie zur Organisationstheorie oder ein politikwissenschaftliches Gutachten zum Landschaftsverband Rheinland von Ulrich von Alemann.

Ein Sammelband mit Regionalbezug ist auch aus dem Bereich der Kultur- und Medienwissenschaft zu vermelden mit *Pop in R(h)einkultur. Oberflächenästhetik und Alltagskultur in der Region*, der 2008 von Dirk Matejovski, Marcus S. Kleiner und Enno Stahl publiziert wurde.

Die verschiedensten Fachgebiete haben sich in den letzten Jahren elektronischen Veröffentlichungen gegenüber interessiert gezeigt. Schon lange ist Open Access eine wichtige Möglichkeit der Verbreitung wissenschaftlicher Publikationen geworden. Auch an der Philosophischen Fakultät wird diese Veröffentlichungsmethode mit Interesse zur Kenntnis genommen und genutzt. Beispielweise stellte Claudia Damm ihre Dissertation *Römische Chorlyrik* auf dem Dokumentenserver der Universitäts- und Landesbibliothek ein, und Walter Dausch veröffentlichte sowohl eine Faksimile-Edition mit dem Titel *Hannoverscher Feldzug in Frankreich im Jahr 1815. Friedrich Wilhelm Ottos Bericht über die Schlacht von Waterloo und den Alltag im anglo-alliierten Feldlager vor Paris* als auch die dazugehörige Einleitung auf den Seiten des Arbeitskreises Militär und Gesellschaft in der Frühen Neuzeit (e.V.). Doch auch eine kritische Auseinandersetzung mit dem wohl noch als neu zu bezeichnenden Medium ist zu vermelden. Yasemin El-Menouar untersuchte die Nutzung elektronischer Veröffentlichungen unter anderem im Bereich der Medizin: *Evaluation der Virtuellen Fachbibliothek Medizin „MedPilot“. Ergebnisse einer internet-basierten Nutzerbefragung*. Das Dokument wurde 2004 auf dem Server der Deutschen Zentralbibliothek für Medizin (Köln) der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Aber nicht nur die elektronische Veröffentlichung rückt immer mehr ins Augenmerk der Philosophischen Fakultät, auch das so genannte E-Learning, also die virtuelle Unterstützung des Lehrangebotes, ist für die Fakultät von hohem Interesse. Bereits 2007 gaben Christoph auf der Horst und Holger Ehlert die Schrift *eLearning nach Bologna, Prozesse – Projekte – Perspektiven* heraus. Und zur *Innovation in der Weiterbildung* liegt auch eine Schrift von Heiner Barz vor.

Die hier präsentierten ausgewählten Publikationen von Mitgliedern der Philosophischen Fakultät können, wie gesagt, nur ein Ausschnitt aus dem reichen Forschungsspektrum sein. So sei noch einmal neben den Büchern auf die mehr als 1.600 Aufsätze und Artikel



verwiesen, die den größten Teil der Publikationsliste ausmachen. Diese Texte begleiten die Forschungstätigkeit und stellen ein sukzessives Bild der Tätigkeiten der einzelnen Personen dar. Die Bibliografie belegt, dass die Philosophische Fakultät nicht nur in der Lehre Exzellenz zu zeigen bereit ist, sondern vor allem auch in der Forschung: Fortsetzung folgt.



**BRUNO BLECKMANN**

## **Römische Politik im Ersten Punischen Krieg<sup>1</sup>**

### **Zur Bedeutung des Ersten Punischen Krieges in der inneren Geschichte der Republik**

Der Erste Punische Krieg wird schon im Geschichtswerk des Polybios als ein Ereigniszusammenhang beschrieben, in dem die Römer durch beharrlichen und geschlossenen Einsatz die zunächst auf gleicher Augenhöhe stehende Großmacht Karthago in einem jahrelangen Ringen niederzwingen. Vielleicht hat auch der Zeitgenosse Naevius in seinem der Darstellung des Krieges gewidmeten Epos die beispiellose kollektive Kraftanstrengung und Bewährungsprobe der Republik hervorgehoben. Exemplarische Gestalten wie A. Atilius Calatinus, der im Cato des Cicero gerühmt wird, Q. Caecilius Metellus oder vor allem der Märtyrer für römische Werte M. Atilius Regulus, dessen Legende bereits im Geschichtswerk des Sempronius Tuditanus mit allen bekannten Details versehen war, gaben in der kollektiven Erinnerung dem Ersten Punischen Krieg eine Aura der Erfüllung altrepublikanischer Werte und Harmonie. Der Erste Punische Krieg scheint damit am ehesten zu dem idealisierenden Bild zu passen, das Sallust für die Innenpolitik bis zum Ende der Punischen Kriege entworfen hat:

Vor der Zerstörung Karthagos trieben das römische Volk und der Senat friedlich und besonnen miteinander Politik; es gab unter den Bürgern keinen Streit, weder um Geltung noch um Herrschaft: Furcht vor dem Feind hielt die Bürgerschaft bei ihren guten Eigenschaften.<sup>2</sup>

Nicht ganz unbeeinflusst von diesen idealisierenden, vom scharfen Kontrast zu den Verhältnissen ab der Zeit der Gracchen bestimmten Verklärungen einer angeblich intakten und störungsfreien Zeit charakterisiert Jochen Bleicken die Zeit von der Mitte des vierten Jahrhunderts bis gegen Ende des dritten Jahrhunderts vor Christus als „eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe und Statik“ und rechnet Staveley die gesamte Zeit vor dem Ende des Hannibalkrieges zu einem „golden age of stable and ordered government.“<sup>3</sup>

Verglichen mit der Dramatik der Krise der Späten Republik ab den Gracchen, vor allem aber ab den Bürgerkriegen Sullas oder Caesars, mag das dritte Jahrhundert in der Tat als eine Phase relativer innenpolitischer Ruhe erscheinen. Konflikte innerhalb der führenden Schicht, der patrizisch-plebejischen Nobilität, kann man zunächst als selbstverständlichen Bestandteil der politischen Kultur dieser Epoche beschreiben, die nicht an sich das Bild relativer Eintracht modifizieren. Denn die Nobilität, die im dritten Jahrhundert noch nicht

---

<sup>1</sup> In der Hauptsache sind hier in vergrößernder Form die Forschungsergebnisse meiner Monografie von 2002 zusammengefasst; vgl. Bleckmann (2002). Für differenzierende Analysen zur Geschichte der Nobilität der Mittleren Republik ist zu verweisen auf Beck (2005); Hölkeskamp (1987); Hölkeskamp (2004); Hölkeskamp (2006).

<sup>2</sup> Sallust, *BJ* 41.2.

<sup>3</sup> Calatinus: Cicero, *Cato maior* 61; vgl. Beck (2005: 230). Zu Regulus: Bleckmann (1998). „Ruhe und Statik“: Bleicken (1975: 371 f.); Staveley (1989: 444).

so eng abgeschlossen war wie in späterer Zeit, sondern etwa noch neuen Eliten aus Italien offenstand, hatte zwar ein gemeinsames Ethos und gemeinsame Normen und Werte und war durch den *mos maiorum* solidarisch miteinander verbunden. Aber zur gemeinsamen Wertewelt gehörte gerade auch das kompetitive Element.<sup>4</sup> Nicht von ungefähr gilt einer der bekanntesten Texte, der das kompetitive aristokratische Ethos der Mittleren Republik verdeutlicht, die *laudatio funebris* für L. Caecilius Metellus, dem Konsul des Jahres 251 und 247 vor Christus, gerade einer Figur aus der Epoche des Ersten Punischen Krieges. In dieser Leichenrede rühmte Q. Metellus seinen Vater in einer Serie von Superlativen und hob die einzelnen in der aristokratischen Competition erreichten und von allen anerkannten Bestmarken hervor:

Q. Metellus hat in der Lobrede, die er bei der letzten Ehrung seines Vaters L. Metellus hielt, der Oberpriester, zweimal Konsul, Diktator, Befehlshaber der Reiterei und einer der zur Verteilung von Land erwählten Fünfzehmänner war und der nach dem ersten Punischen Krieg erstmals Elefanten im Triumph aufführte, schriftlich überliefert, sein Vater habe die zehn höchsten und besten Vorzüge, deren Erlangung die politisch Klugen ihr Leben widmeten, in sich vereinigt: sein Wunsch sei gewesen, der erste Krieger, der beste Redner, der tapferste Feldherr zu sein, die größten Taten unter eigenem Kommando durchzuführen, die höchste Ehrenstelle innezuhaben, von größter Klugheit zu sein, als ranghöchster Senator zu gelten, ein großes Vermögen auf gute Weise zu erwerben, viele Kinder zu hinterlassen und der Berühmteste im Staat zu sein.<sup>5</sup>

Wer der Nobilität angehörte, von dem wurde geradezu erwartet, dass er an dem Sich-gegenseitigen-Messen und am Wettbewerb um militärischen Ruhm, um politischen Einfluss, um Reichtum und Prestige teilnahm. Dieser Wettbewerb wurde dabei nicht als Kampf aller gegen aller ausgetragen, sondern durch Bündnisse und Wahlabsprachen, durch ein Netzwerk von Beziehungen zum gegenseitigen Vorteil und durch die Mobilisierung nicht nur der eigenen Klientel, sondern auch derjenigen der politischen Freunde flankiert. Die Entscheidungen im Senat und die Tagespolitik auf dem Forum war daher geradezu zwangsläufig von ständigen Konflikten begleitet; und römische Politik konnte gar nicht anders durchgeführt werden als im Intrigenspiel und in ständigen Auseinandersetzungen um Macht und Einfluss.

Die Parteiungen, die dabei zusammenarbeiteten, fluktuierten beständig in ihrer Zusammensetzung. Die Annahme kohärenter durch Heiratsverbindungen zusammengehaltener dauerhafter Gruppierungen von Familien, wie den angeblich zusammenwirkenden Claudiern und Atiliern oder den mit den Aemiliern verbundenen Fabiern, wie sie von der älteren prosopografischen Forschung vertreten wurde, hat sich bei kritischer Betrachtung des Quellenmaterials als illusionär erwiesen. Vollends ausgeschlossen ist, dass diese festen Adelsgruppen dann auch noch mit programmatischen Positionen in Innen- und Außenpolitik verbunden waren, etwa einem konservativen Kurs der Nordexpansion und einem radikalpopulistischen Kurs der Expansion in den Süden. Den einzigen, etwas festeren Typus politischer Zusammenarbeit, den man gerade für die Epoche des Ersten Punischen Krieges feststellen kann, ist diejenige zwischen unmittelbaren Verwandten. In den Fasten lassen sich mehrfach Brüder oder auch Vettern ersten Grades nachweisen, etwa die Brüder M'. Otacilius Crassus, cos. 263, und T. Otacilius Crassus, cos. 261, die Brüder Q. Lutatius Catulus, cos. 242, und C. Lutatius Cerco, cos. 241, die Vettern beziehungsweise Brüder

<sup>4</sup> Vgl. hierzu die zahlreichen Arbeiten Hölkeskamps (s. Fußnote 1).

<sup>5</sup> Plinius, *NH* 7.139 f.

A. Atilius Caiatinus, cos. 258, und C. Atilius Regulus, cos. 257, Vetter seines Vorgängers, und M. Atilius Regulus, cos. suff. 256 und Bruder des Konsuls von 256. Erklärbar sind diese Familiencluster dadurch, dass ein Amtsträger seine Macht und sein Prestige durch die Wahl eines nahen Verwandten deutlich machen konnte, aber auch durch das Bestreben, eigene Maßnahmen und politische Entscheidungen über das eigene Amtsjahr hinaus bestehen lassen zu können. Letzteres wird besonders im Falle des Prokonsuls Q. Lutatius Catulus deutlich, dessen in Rom hochumstrittene Friedensvereinbarungen durch das geschickte Agieren seines Bruders durchgesetzt wurden.<sup>6</sup>

Innenpolitische Konflikte gehörten also als Folge inneraristokratischen Wettbewerbs zum System, nach dem Politik und Gesellschaft in der Republik funktionierten. Nuancen sind aber in der Art und Weise möglich, in der die Balance zwischen dem kompetitiven Element und dem aristokratischen Grundkonsens beschrieben wird, und zwar gerade für den Ersten Punischen Krieg. Angesichts gravierender Veränderungen im Institutionengefüge und der erst im Verlauf des dritten Jahrhunderts erfolgenden Verregelung, die mit der Festlegung des *cursus honorum* durch die *lex Villia Annalis* einen vorläufigen Abschluss fand, sind auf jeden Fall die ersten Jahrzehnte der Mittleren Republik von einer Dynamik gezeichnet, die durchaus mit den gravierenden außenpolitischen Veränderungen mithalten kann.

Dabei sind die inneren Konflikte in dieser Umbruchzeit möglicherweise schwerer gewesen, als landläufig angenommen. Gewiss erscheint es übertrieben, wenn man die Auseinandersetzungen dieser Zeit in eine ununterbrochene Entwicklungslinie stellt, die von den Ständekämpfen zu den Konflikten der ausgehenden römischen Republik reicht. Aber ein Teil der inneren Konflikte ist auch schon im dritten Jahrhundert mit einer Erbitterung und Kompromisslosigkeit durchgeführt worden, die durchaus mit der späteren Epoche der Bürgerkriege vergleichbar ist. Sie hat nur deshalb viel geringere Folgen, weil die Machtmittel der Kontrahenten in dieser Zeit noch nicht genügten, um aus dem eigenen Vermögen Armeen zu bezahlen. Ein Mindestmaß an Konsens wurde in dieser Zeit dabei schon durch den einfachen Umstand erzwungen, dass die einzelnen Nobiles nur dann in größerem Maßstab Prestige und Macht erwerben konnten, wenn sie auf die staatlichen Organisationsleistungen zurückgriffen. Die wenigen Wochen, in denen ein Aristokrat als römischer Konsul über das Kommando der für eine Sommerkampagne aufgebotenen Militärmacht verfügte, wurden aber so genutzt, dass der eigene Erfolg im Vordergrund stand, bevor im nächsten Jahr ein anderer die gleiche Chance erhielt. Dementsprechend dominierte nicht die pietätvolle Absprache mit dem Senat, sondern das oft ohne Rücksicht auf Verluste betriebene Bestreben, in kürzester Zeit den größtmöglichen persönlichen Ruhm zu sammeln.

Diese Eigenart einer kurzatmigen, vom Prestigestreben einzelner Individuen vorangetriebenen römischen Kriegführung wird jedenfalls dann deutlich, wenn man sich von dem von Polybios gebotenen Bild des heroisch ringenden römischen Kollektivs löst und stärker die Perspektive des Dio-Zonaras einnimmt, in der der Erste Punische Krieg vor allem als eine Serie ehrgeiziger Kampagnen einzelner Generäle aufgefasst wird – ein Bild, das in dem von Polybios benutzten annalistischen Quellenmaterial gelegentlich durchaus auch

<sup>6</sup> Illusionäre Heiratsverbindungen: vgl. vor allem Lippold (1963); Cassola (1962) und (für das Zusammenwirken zwischen Aemiliern und Fabiern) Münzer (1920); Überblick über die diversen Ableger der Faktionentheorie bei Hölkeskamp (2001). Zu Verwandten: vgl. Beck (2005: 129 f.).

immer wieder aufscheint.<sup>7</sup> Komplettiert wird diese wenig gefällige Skizze innernobilitärer Beziehungen im Ersten Punischen Krieg durch Nachrichten von Kämpfen und die Zuweisung von Kommanden, von Möglichkeiten zur lukrativen Kriegführung und von Versuchen, Karrieren durch Prozesse zu behindern. Deutlich wird schließlich, dass militärische Leistungsfähigkeit und imperiale Expansion nicht trotz dieser innenpolitischen Verhältnisse, sondern gerade wegen dieser Rivalitäten möglich waren, die ganz entscheidend den überaus kühnen und aggressiven Kriegskurs der einzelnen im höchsten Maße ehrgeizigen Konsuln erklären. Auch hier lassen sich Analogien zur Späten Republik herstellen, in der die imperiale Expansion mit der Steigerung innerer Konflikte Schritt hielt.

### Der Auftakt des Ersten Punischen Kriegs

Dieses Bild der inneraristokratischen Beziehungen in der Zeit des Ersten Punischen Krieges mag in einigen Punkten absichtsvoll überzeichnet worden sein, lässt sich aber immerhin durch die Interpretation einer ganzen Reihe entscheidender Episoden des Krieges stützen, dessen Verlauf und Wendungen teilweise eben nicht durch kriegerische Entscheidungen, sondern durch die Dynamik der Innenpolitik und der Rivalität zwischen Nobiles erklärbar sind. Das beginnt bereits mit der Entscheidung, 264 das Hilfersuchen der Mamertiner zu akzeptieren und ein konsularisches Heer nach Messana gehen zu lassen. Diese Entscheidung wurde, wie die Darstellung des Polybios erkennen lässt, in einer heftigen Auseinandersetzung zwischen dem Senat (oder besser der Mehrheit des Senats) und den Konsuln gefällt. Unmittelbare Sicherheitsinteressen Roms, die vielleicht eine Kriegsentcheidung im Konsens herbeigeführt hatten, waren bei der Entscheidung für den Kriegseintritt nicht tangiert. Denn die Karthager waren um diese Zeit keineswegs in dem von Polybios dargestellten Umfang bedrohlich. Ferner war die bevorstehende Unterwerfung der kampanischen Mamertiner durch Syrakus eine sizilische Angelegenheit und hatte keine unmittelbaren Auswirkungen auf die römische Herrschaft in Italien. In der Hauptsache ist die Entscheidung für den Kriegseintritt allein dem Ehrgeiz des Konsuls Appius Claudius zuzuweisen, dem aufgrund schon lang bestehender Beziehungen zwischen oskischen Söldnergruppen und Kampanern die reichen Städte Siziliens mit ihren lukrativen Beutemöglichkeiten bekannt waren. Im Appell der Kampaner von Messana sah er eine ideale Gelegenheit gekommen, in seinem Konsulat militärisches Prestige und materielle Mittel zu gewinnen, die mit der seinem Kollegen Fulvius gebotenen Chance gleichkamen, die Fortführung der Eroberung von Volsinii zu betreiben.<sup>8</sup>

Die Widerstände, mit denen Claudius sich im römischen Senat konfrontiert sah, waren kaum durch philanthropische Skrupel bedingt, aufgrund derer man den Mamertinern als Feinden der griechischen Städte keine Hilfe angedeihen lassen konnte, noch durch die

<sup>7</sup> Die Qualität der relativ ausführlichen Erzählung des Cassius Dio (meist in der Zusammenfassung des Zonaras) wird kontrovers diskutiert. Dass sie von höherem Wert ist als die (nur sehr unvollständig zu rekonstruierende) livianische Tradition, lässt sich an Einzelfällen nachweisen, etwa in der Darstellung der missglückten Fahrt des L. Cornelius Scipio 259 oder des Friedens von 241, wo bei Livius bereits Sardinien abgetreten worden ist.

<sup>8</sup> Die Entscheidung von 264; vgl. auch Bleckmann (2002: 63–77) mit einer eingehenden Kritik des detaillierten Berichts bei Polybios 1.10–11. Karthager keineswegs bedrohlich: vgl. hierzu die Kritik von Heuss (<sup>3</sup>1970: 26 f.). Oskische Söldnergruppen und Kampaner: Bleckmann (1999). Zur Bedeutung des Krieges gegen Volsinii: Bleckmann (2002: 68–70). Dieser Krieg wurde erst durch Fulvius Flaccus 264 und nicht durch Q. Fabius Gurgus 265 abgeschlossen, vgl. CIL 6.40895–96; FTr S. 547 Degrassi; Festus s.v. picta, S. 228 Lindsay; Propezr 4.2.3–4.

Befürchtung, dass von der strategisch richtigen Nordexpansion abgewichen wurde. Vielmehr ging es einer Senatsmehrheit darum, einem Claudius die Möglichkeit zu verwehren, durch exzessive Beute in der aristokratischen Konkurrenz entscheidende Vorteile zu gewinnen. Aus diesem Grunde bediente sich Claudius – gegen den Widerstand des Senats, aber anscheinend im Einverständnis mit seinem Kollegen Fulvius – der Volksversammlung, die er dazu veranlasste, die Unterstützung der Mamertiner zu beschließen und ihm das Kommando für diesen Feldzug zu verleihen.<sup>9</sup>

Über die Erfolge des Claudius in dieser ersten Kampagne sind sich die Quellen uneins. Das hängt damit zusammen, dass die römische Historiografie von parteiischen Familientraditionen beeinflusst ist, die die Erfolge der eigenen *gens* verherrlichten und die rivalisierender *gentes* zu schmälern suchten. Die in Wirklichkeit anscheinend weder überragenden noch besonders verheerenden Ergebnisse des Feldzugs wurden vom Senat, dessen Mehrheitswillen von Claudius ignoriert worden war, demonstrativ nicht mit einem Triumph belohnt. Nur die claudische Familientradition weiß von einem Triumph des Konsuls von 264, der wohl nicht frei erfunden worden ist, sondern als eine private, ohne Senatsabschluss durchgeführte Prestigedemonstration stattgefunden haben dürfte.<sup>10</sup>

Die Kampagne des Jahres 263 konnte auf den von Claudius geschaffenen Voraussetzungen aufbauen. Diesmal erhielten beide Konsuln M'. Valerius und M'. Otacilius das reiche Beute versprechende Aktionsfeld Sizilien. Im Kampf gegen Hieron von Syrakus gingen beide konsularische Heere dabei nur teilweise gemeinsam vor, teilweise marschierten sie getrennt. Ein solches Vorgehen hing mit den Schwierigkeiten der Versorgung einer großen Truppe und der Möglichkeit zusammen, auf diese Weise in den kleineren Städten Ostsiziliens besonders rasch Beute einsammeln zu können. Allerdings fehlte auch hier wieder nicht ein Element inneraristokratischer Rivalität. Denn M'. Valerius scheint alles daran gesetzt zu haben, sich durch die getrennte Kriegführung als der allein herausragende Feldherr hervorzuheben. Aus der Beute von Catana ließ er allein in seinem Namen eine Sonnenuhr auf dem Forum Romanum installieren.<sup>11</sup> Vor allem aber nahm er für sich in Anspruch, Messana aus dem karthagisch-syrakusanischen Belagerungsring befreit zu haben, weshalb er den Beinamen Messala erhielt. Die Kampagne von 263 war, anders als Polybios suggeriert, mit dem schließlich gegen Hieron II. durchgesetzten Friedensvertrag nicht beendet. Weil die Ambitionen der Konsuln mit dem Erfolg gegen Syrakus noch nicht ausreichend befriedigt waren, führten sie beide eine tief in den Westen Siziliens reichende Kampagne, die allerdings abgesehen vom freundschaftlichen Gewinn von Segesta im Großen und Ganzen erfolglos war.<sup>12</sup>

<sup>9</sup> Vgl. Polybios 1.11.3.

<sup>10</sup> Vgl. Eutrop 2.18.3 und 19.3; Silius Italicus 6.661 f.; Sueton, *Tiberius* 1. Vgl. Bleckmann (2002: 78–84).

<sup>11</sup> Vgl. Plinius, *NH* 7.214; Censorinus, *De die natali* 23.7.

<sup>12</sup> Gemeinsames und getrenntes Vorgehen der Konsuln: Zonaras 8.9.16; Naevius frg. 3, „Manius Valerius consul partem exerciti in expeditionem duxit“. Einzelisoden der Kampagne des Manius Valerius sind anscheinend auch auf dem Historiengemälde in der *curia Hostilia* dargestellt worden: zu Plinius, *nh* 35.22, vgl. Molthagen (1979: 60–62); Bleckmann (2002: 88–90). Aus Polybios 1.16 ist dagegen nicht zu erkennen, dass Manius Valerius in dieser Kampagne Möglichkeiten nach einer getrennten Bewährung suchte. Sein Beiname Messala: Bleckmann (2002: 90 f.). Kampagne in den Westen Siziliens: vgl. hierzu Hoyos (1998: 108–110). Dass Heuss (<sup>3</sup>1970: 47) für seine Darstellung des Abschlusses der Kampagne von 263 ausschließlich Polybios benutzt, veranlasst ihn zu problematischen Schlussfolgerungen über die angebliche Begrenztheit römischer Kriegsziele: vgl. Bleckmann (2002: 93, Anm. 2.).

### C. Duilius und der neue Seekrieg

Aristokratische Rivalität spielte auch im eskalierenden Seekrieg eine entscheidende Rolle, auch wenn ein Teil der Ereignisse durch die Gegenreaktionen Karthagos diktiert war, das sich überhaupt erst ab 262 in massiver Form engagierte, um die Positionen in Sizilien als Teil des eigenen Reichs zu halten. Diese Steigerung des karthagischen Engagements zwang die römische Politik, an der bereits im Westfeldzug von 263 vorskizzierten und für die Machtmittel Roms keineswegs besonders ehrgeizigen Besitznahme der Gesamtinsel festzuhalten und dabei auch den eigenen Einsatz zu vergrößern. Durch die Eroberung Agrigents, die nach einer langwierigen Belagerung erst dann möglich war, als die Karthager die Stadt verlassen hatten, zeigte sich viel deutlicher als in der insgesamt noch bescheidenen Kampagne von 263, dass die Beute aus den reichen griechischen Städten diese Vergrößerung des Einsatzes als lohnend erscheinen ließ. Um Karthago auf gleicher Augenhöhe zu begegnen, war der Bau einer Flotte unerlässlich. Gelang es, die Flotte der Karthager zu stellen, ergab sich für ehrgeizige Feldherren die Möglichkeit, in der kurzen Zeit des eigenen Oberkommandos eine Entscheidung rasch zu erzielen.

Den Plan des Aufbaus einer Großflotte, der bereits einige Zeit in Rom diskutiert wurde und für den etwa der Konsular M'. Valerius im Senat eintrat, scheint der Konsul Gaius Duilius mit Erfolg in Senat und Volksversammlung durchgesetzt zu haben, nachdem die Winterpause von 261/260 dazu geführt hatte, dass ein großer Teil der in Sizilien erungenen römischen Positionen durch Aktionen der karthagischen Flotte wieder verloren gegangen war. Die straffe Organisation des in kürzester Zeit ausgeführten Flottenbaus und das Flottenkommando gaben dem Konsul zuvor nicht gekannte Machtbefugnisse in der Hand. Die Divergenzen in den Quellen lassen vermuten, dass die Frage des Kommandos der neuartigen Flotte mit heftigen Rivalitäten zwischen den beiden Konsuln verbunden war. Die Hauptquellen Polybios und Cassius Dio (Zonaras) sind sich lediglich darin einig, dass 260 nur einer der beiden Konsuln die prestigeträchtige und erfolgreiche *provincia* des Flottenkommandos erhalten hatte, während der andere Konsul den weniger spektakulären Landkrieg führen sollte. Sie bieten aber, was die Rolle des C. Duilius und des Cn. Cornelius Scipio betrifft, unvereinbare Angaben. Nach Polybios war es Cn. Cornelius Scipio, „der von den Römern das Kommando über die Seestreitkräfte“ erhalten hatte. Erst nachdem sein Kollege C. Duilius vom „Mißgeschick des Befehlshabers der Flotte erfuhr“ – Scipio war bei Lipara gefangen genommen worden, was ihm in der römischen Tradition zum Beinamen *Asina* verhalf –, habe dieser „die Legionen des Landheeres den Kriegstribunen übergeben“ und sei „selbst zur Flotte hinübergefahren“.<sup>13</sup> Bei Cassius Dio (Zonaras) hat dagegen Duilius von Anfang an das Kommando über die große neu aufzubauende römische Flotte inne und leitet von Rom aus die Flottenrüstung. Scipio, der nur das Kommando über die Landtruppen erhalten hat, ist mit dieser Verteilung der Aufgabenbereiche (*provinciae*) unzufrieden und versucht, diese Benachteiligung auszugleichen, indem er mit der kleinen Flotte, die ihm für die Begleitung seiner Landoperationen zur Verfügung steht, einen Überraschungscoup gegen Lipara ausführt, der ihm zum Verhängnis wird. Für den gefangen genommenen Cn. Cornelius wird nun der *praetor urbanus* als Kommandeur der Landtruppen ausgeschiedt. Duilius folgt nach einer Weile mit der

<sup>13</sup> Vgl. Polybios 1.21.4 und 23.1.



endlich fertiggestellten Hauptflotte, die er in Sizilien dann mit den berühmten „Raben“ ausstattet.<sup>14</sup>

Gewöhnlich wird bei diesem Widerstreit der Versionen die Nachricht des Polybios vorgezogen. Da aber die Quelle, die Cassius Dio benutzt hat, offenkundig auf einen annalistischen Autor zurückgreift, der von der spätannalistisch-livianischen Tradition unabhängig ist und qualitätsvolle Informationen erhalten hat, ist nicht ausgeschlossen, dass diese Version das Richtige wiedergibt, zumal die Erzählung des Polybios darauf hin angelegt ist, das Verhalten des Scipio Asina im Sinne der scipionischen Familienlegende zu relativieren und die Meriten des Duilius zu schmälern. Sachlich lassen sich viele Gemeinsamkeiten zwischen der Erzählung des Dio-Zonaras und der Inschrift auf der Duilius-Säule feststellen, die als ein authentisches Dokument gelten darf und getreu widerspiegelt, welchen gewaltigen Prestigege Gewinn der aus einer plebejischen Aufsteigerfamilie stammende Duilius mit der ersten großen erfolgreichen römischen Seeschlacht erzielen konnte.<sup>15</sup>

Die Duilius-Säule wurde an prominenter Stelle im Forum Romanum (bei den Rostra) aufgestellt. Sie verdeutlichte vor allem die durch den großen Erfolg von Mylai errungene Popularität des Feldherrn. Denn es ist davon auszugehen, dass diese herausragende Ehrung durch Volksbeschluss (offenkundig auf Intervention der Volkstribunen) verliehen worden ist. Dabei gehörte die Aufstellung dieser Säule zu einem Ensemble von Maßnahmen und Ehrenbeschlüssen, die die Erinnerung am Sieg festhalten sollten. So erhielt Duilius nicht nur eine besondere Form des Triumphes, den *triumphus navalis*, sondern auch das exorbitante Privileg, sich in einer besonderen, offenkundig einen verkleinerten Triumph simulierenden Form nach Hause begleiten zu lassen. Auch der Votivtempel, den Duilius nach seinem großen Erfolg errichten ließ, sollte in mehrfacher Hinsicht an seine Großtaten als Sieger zur See erinnern. Er war dem Seegott Janus geweiht und stand nicht nur an der *via triumphalis*, sondern gleichzeitig in unmittelbarer Nähe der Docks, wo die Flotte gebaut worden war.

Einiges spricht dafür, dass dieser gewaltige Prestigege Gewinn von den Standesgenossen nicht neidlos akzeptiert wurde. Vielmehr hatte Duilius diesen Prestigege Gewinn in einem Klima erbitterter Rivalität mit den anderen Adligen erzielt, bei der das Volk als Schiedsrichter die Leistungen des Duilius hervorhob. Offenkundig haben deshalb Standesgenossen wie die Angehörigen Scipio Asinas alles darangesetzt, dass Duilius trotz seiner Erfahrungen und seines Prestiges im Seekrieg keine zweite Chance erhielt. Dafür könnte jedenfalls die weitere Karriere des Duilius sprechen, der sich zwar in unmittelbarem Anschluss an den Erfolg von Mylai noch die Zensur sichern konnte (258), der aber anschließend erst als hochbetagter Staatsmann 231 eine unbedeutende Diktatur zur Abhaltung der Wahlkomitien bekleiden konnte, während sein militärisch unfähiger Kollege, der hocharistokratische Scipio, bereits 254 ein neues Konsulat erhielt.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Vgl. Zonaras 8.10.8–9 und 11.1–5.

<sup>15</sup> Zur Eroberung von Agrigent vgl. Polybius 1.18.8–19 und Zonaras 8.10.2–5 mit Bleckmann (2002: 98–100). Weiteres Engagement der Römer nach der Eroberung: Polybius 1.20.1–2. Die bewusste Formulierung des Kriegsziels (vollständige Vertreibung der Karthager aus Sizilien) bedeutete keinen Bruch mit der bisherigen Kriegsführung in Sizilien, sondern führte nur den bisherigen Expansionskurs konsequenter und bewusster als zuvor fort. M. Valerius und die Großflotte: *FGrH* 839 F 1,4; zur Datierung dieser Äußerung: Thiel (1954: 53). Nachricht des Polybius vorgezogen: Thiel (1954: 188).

<sup>16</sup> Duilius-Inschrift: *ILLRP* 319; zur Authentizität des Textes: Bleckmann (2002: 116–125); Kondratieff (2004: 10–14). Duilius' exorbitantes Privileg: besonders deutlich Florus 1.18.10; vgl. ferner *Inscr. Ital.* 13, 3, 13;

## Imperiales Ausgreifen bis nach Afrika

Der Seesieg von Mylai hatte zwar eine große Beute und das Prestige, eine alte Seemacht besiegt zu haben, eingebracht, bewirkte aber strategisch letztlich wenig. Nach dem Abzug des Duilius, der Ende Februar 259 in Rom triumphierte, nutzte Hamilkar die Winterpause, um seinerseits wieder rasch Terrain auf Sizilien gewinnen zu können. Deutlich wurde, wie ungeeignet die saisonale Beschränkung der römischen Kriegführung war, um einen gut organisierten, zu langfristiger strategischer Planung fähigen Staat wie Karthago in die Knie zu zwingen. Die römische Politik reagierte freilich nicht dahingehend, dass die Führungsstrukturen verbessert wurden und die langfristige Verfolgung militärischer Ziele möglich wurde. Vielmehr wurde das durch den Seesieg von Mylai erreichte Prestige des Duilius zum Vorbild der jährlich aufeinander folgenden Konsuln, die in ihrer Amtszeit ein Maximum an Erfolgen erreichen und hierzu in mitunter hochriskanten Aktionen die ihnen für wenige Wochen zur Verfügung stehende Flotte einsetzten. In wenig koordinierten, meist saisonalen, nur in seltenen Fällen durch die Verlängerung des Kommandos über die Winterpause hinweg geführter Kampagnen ging es zwar oft darum, zunächst Rückschläge auszugleichen, die in der Winterpause erlitten worden waren, wenn Karthago Terrain zurückzugewinnen versucht hatte. Aber in der Hauptsache wurde in immer weiter ausgreifenden Unternehmungen nach neuen und spektakulären Aktionsfeldern gesucht. Zu nennen sind vor allem die nur halb erfolgreiche, gleichwohl aber mit einem Triumph belohnte Expedition des L. Cornelius Scipio nach Korsika und Sardinien (259), die großflächigen, durch C. Atilius Calatinus durchgeführten Aktionen auf Sizilien, die mit einem erfolglosen Unternehmen gegen Lipara endeten, die Sardinienkampagne des C. Sulpicius Paterculus und schließlich der Überfall auf Malta durch die Flotte des C. Atilius Regulus, Konsul von 257 und Sieger der Seeschlacht von Tyndaris. Dabei zeigt eine genaue Betrachtung der Texte, dass die Afrikastrategie des Regulus keineswegs eine revolutionäre Wende in der Kriegführung war, sondern sich mit einer gewissen Folgerichtigkeit aus der Ausweitung zu immer kühneren Unternehmungen ergab. Diese Ausweitung hatte bereits 258 bei Sulpicius Paterculus zur Formulierung des Projekts geführt, von Sardinien nach Afrika zu fahren.<sup>17</sup> Die Überfahrt nach Afrika war ein Ziel, das wohl auch hinter dem Überfall auf Malta im Jahre 257 stand.<sup>18</sup>

Die Behauptung des Cassius Dio, die Konsuln des Jahres 256 seien gerade wegen ihrer Tüchtigkeit für die Afrikaexpedition gewählt worden,<sup>19</sup> ist deshalb problematisch, weil M. Atilius Regulus, der Bruder des Konsuls von 257, erst nach dem Tode des zuerst gewählten Konsuls Caedicius als *consul suffectus* nachgewählt wurde. Möglicherweise trug aber der Einfluss des atilischen Familienclans dazu bei, dass nach der Wahl des Regulus nun alles auf eine Karte gesetzt wurde und beide Konsuln sich das Kommando einer in dieser Größe zuvor nicht gekannten Flotte teilten. Nachdem die Flotte bereits vor der Überfahrt nach Afrika vor der Südküste Siziliens bei Eknomos einen herausragenden Sieg errungen hatte, scheint es zunächst zu Friedensverhandlungen mit Karthago gekommen zu sein. Nach den

---

Pseudo-Aurelius Victor, *De viris illustribus* 38.4; Val. Max. 3.6.4; Livius *per.* 17; Silius Italicus 6.663–9. Votivtempel: Beck (2005: 226) mit Verweis auf Livius 40.51.6. Anders zur Beurteilung der späteren Karriere des Duilius allerdings mit durchaus erwägenswerten Argumenten: Beck (2005: 227).

<sup>17</sup> Vgl. Zonaras 8.12.4.

<sup>18</sup> Vgl. Orosius 4.8.5; Naevius, frg. 37 Blänsdorf.

<sup>19</sup> Vgl. Cassius Dio, frg. 43.20; Zonaras 8.12.8.

Reparaturen und Nachrüstungen der Flotte in Messana wagten aber beide Konsuln den Kraftakt der Überfahrt nach Afrika.<sup>20</sup>

Diese Expedition verlief anfangs angesichts der Unterlegenheit der karthagischen Flotte völlig problemlos. Das Heer konnte in Afrika sicher landen und, nach der Eroberung von Aspis, das reiche Landgebiet Karthagos plündern und römische Kriegsgefangene befreien. Für die Winterpause setzte M. Regulus eine Verlängerung seines Kommandos durch, während Manlius Vulso nach Rom zurückkehrte und dort einen *triumphus navalis* feierte. In den Briefen, die Regulus in den Folgemonaten nach Rom schickte, ging es dem in Afrika verbliebenen Feldherrn darum, sich möglichst lange das Kommando und seine Prestigechancen zu sichern. Die Sorge vor dem Eintreffen des Nachfolgers motivierte ihn in der Hauptsache, nach weiteren großen Erfolgen während der Wintersaison mit den Karthagern Friedensverhandlungen aufzunehmen:

Marcus, der die Karthager zu Lande und zu Wasser geschlagen sah, jedoch in Sorge war, sein Nachfolger könne vorher aus Rom eintreffen und die Ehre des Sieges ernten, lud die Karthager zu Friedensverhandlungen ein.<sup>21</sup>

Diese Friedensverhandlungen waren jedoch dadurch erschwert, dass Regulus aufgrund der römischen Erwartungshaltungen und der großen römischen Opfer auf jeden Fall die Abtretung Siziliens und Sardinien erreichen musste, weil sonst mit der Zustimmung des römischen Volkes nicht zu rechnen war. Nachdem die Verhandlungen gescheitert waren, kam es Regulus nunmehr darauf an, um jeden Preis die Entscheidung in seiner Amtszeit zu erzwingen. Aus diesem Grund nahm er eine Schlacht in der Ebene bei Tunis an, und zwar unter ungünstigen Bedingungen und ohne sich mit den neuen taktischen Errungenschaften vertraut zu machen, die die karthagische Truppe dem gerade eingetroffenen Militärexperten Xanthippos zu verdanken hatte. Der nobilitätstypische Wunsch, „unter den eigenen Auspizien die größten Taten auszuführen“<sup>22</sup>, erklärt damit sowohl den Erfolg des Atiliers, der das schon zuvor von anderen angestrebte Afrikaprojekt durch bisher noch nie aufgebrachte Flottenrüstungen durchsetzen konnte, als auch sein Scheitern.

Zu einer unmittelbaren Korrektur der Kriegführung kam es nach dem Scheitern der Friedensbemühungen des Regulus keineswegs. Vielmehr war die mit immerhin 350 Schiffen unternommene Expedition des Servius Fulvius Paetinus und des M. Aemilius Paullus, der Konsuln des Jahres 255, keineswegs nur ein bloßes Nachspiel der Regulus-Expedition, sondern neben der Rettung der in Afrika verbliebenen römischen Bürger verfolgten die beiden Konsuln ehrgeizigere Ziele. Nachdem Kossyra geplündert und eine karthagische Flotte beim Kap Hermaion vernichtet worden war, versuchten die beiden Konsuln, sich in Afrika festzusetzen, mussten dann aber aufgrund von Verpflegungsschwierigkeiten zurückkehren. Beim Versuch, diese Erfolgsbilanz auf der Rückfahrt durch Machtdemonstrationen gegenüber sizilischen Griechen abzurunden, fuhren die Konsuln gegen den Rat der nautischen Experten an der südsizilischen Küste entlang, wo sie auf der Höhe von Kamarina in einen schweren Sturm gerieten, der die Flotte fast völlig zerstörte. Trotz die-

<sup>20</sup> Zur Kampagne von 257, die nach der Schlacht von Tyndaris fortgeführt wurde: Bleckmann (2002: 157 f.). Zum bei Zonaras 8.15.8 richtig wiedergegebenen Verwandtschaftsverhältnis der Reguli: Beck (2005: 231, Anm. 11).

<sup>21</sup> Polybius 1.31.4.

<sup>22</sup> Plinius, *NH* 7.139 f.

ses Scheiterns konnten beide Konsuln sich einen Triumph sichern, und Aemilius Paullus wurde zusätzlich in gleicher Form wie Duilius durch eine *columna rostrata* geehrt.

Die Konsuln des Jahres 254 verzettelten sich zu lange in einzelnen Operationen an der Nordküste – wo ihnen insbesondere die Eroberung Palermos gelang –, um mit ihrer großen Flotte weiter nach Afrika zu gelangen. Eine grundsätzliche strategische Wende war aber mit der Kampagne von 254 nicht eingeschlagen worden. Denn im Jahre 253 fuhr die römische Flotte über die jetzt besser gesicherte nordsizilische Küste erneut nach Afrika, konnte sich aber wegen des erbitterten karthagischen Widerstands nirgends festsetzen und musste schließlich, nachdem sie bis zur Kleinen Syrte gelangt war, wieder zurückkehren. Bei der überstürzten Rückfahrt von Palermo nach Italien wurden erneut 150 Schiffe durch den Sturm vernichtet. Das bedeutete bei einer Besatzung mit 200 oder sogar 300 Ruderern einen Verlust von mindestens 30.000 Römern und Bundesgenossen.

## Die Einstellung des Seekriegs und der Prozess gegen P. Claudius Pulcher

Die Geschichte der großen und verlustreichen Flottenfahrten der 250er Jahre wurde weder durch einen Wechsel in der Strategie, den die aus der Nobilität rekrutierten Generäle vornahm, beendet noch dadurch, dass der Senat, dessen Führungskompetenzen für diese Zeit nur undeutlich abgrenzbar sind, sich vom Seekrieg auf den Landkrieg verlegte. Entscheidend war vielmehr, dass angesichts der großen menschlichen Verluste, aber auch der durch die Flottenrüstung gegebenen materiellen Belastung der Widerstand im Volk gegen die Rekrutierungen für den Flottendienst immer mehr zunahm. Die anfängliche Interessenkoalition zwischen Nobilität und Volk, die darauf beruht hatte, dass für beide Parteien der Seekrieg lukrativ war, und die etwa in der Begeisterung für die Erfolge des Duilius ihren Niederschlag gefunden hatte, war durch die Wiederholung der Katastrophen zerbrochen. Dass das Verbot weiterer Seekriegführung (vermutlich nach der Agitation durch einige Volkstribunen) unter dem Eindruck der Katastrophe der Flottenfahrt von 253 von der Volksversammlung beschlossen wurde, wird bei Polybios, der nur von den „Römern“ als handelndes Kollektiv berichtet, nicht so deutlich zur Sprache gebracht wie bei Dionysios, dessen Version hier gegenüber derjenigen der livianischen Tradition eindeutig den Vorzug verdient:

Als sie [die Konsuln; d. Verf.] nach Hause zurückkehrten, hatten sie es mit einem Sturm zu tun, und ihre Flotte wurde zerstört. Daher glaubte das Volk, wegen der mangelnden Erfahrung im Seewesen geschädigt zu werden, und faßte durch Abstimmung den Beschluß, vom übrigen Meer [das heißt den außerhalb der Küste Italiens gelegenen Gewässern; d. Verf.] sich fernzuhalten und nur mit einigen Schiffen Italien zu bewachen.<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Aemilius Paullus' *columna rostrata*: Sehlmeier (1999: 119 f.). Der Bau der Flotten bis 253 kann nur durch Umlageverfahren finanziert worden sein, die die politisch besonders einflussreiche erste Klasse besonders belasteten; vgl. zur materiellen Belastung Appian, Sik. 1.1. Das spätere private Engagement von ersten Bürgern des Staates (Pol. 1.59) kopiert nur das anfangs staatlich erzwungene Verfahren. Zur erfolglosen Agitation des Nautius gegen die Flottenfahrt des Regulus vgl. Bleckmann (2002: 180, Anm. 2). „Als sie nach Hause zurückkehrten“: Zonaras 8.14.6. In der livianischen Tradition trifft der Senat die Entscheidung (Eutrop 2.23; Orosius 4.9.12). Zur Bevorzugung dieser Tradition durch Rotondi (1912), Elster (2003) und so weiter vgl. die Argumentation bei Bleckmann (2002: 179, Anm. 2).

Dass dieses Gesetz zunächst nur wenige Jahre Gültigkeit behielt, lag an dem herausragenden Sieg, den Metellus als Prokonsul mit seinen Landtruppen in der Winterpause von 251/250 über die Karthager bei Panormos erringen konnte und für den er in exzessiver, das spätere Selbstbewusstsein der Meteller prägender Weise geehrt wurde. Was den Konsuln der vorangegangenen Jahre nicht gelungen war, wollten die Konsuln des Jahres 250 nun endlich durchsetzen, indem sie durch eine Fahrt nach Afrika den Krieg beendeten. In der durch den Sieg von Panormos hervorgerufenen Euphorie konnten sie erfolgreich in der Volksversammlung eine Entscheidung durchsetzen, die implizit den Beschluss von 252 aufhob und ihnen ausdrücklich die Flottenfahrt nach Afrika als Auftrag zuwies. Der Angriff, den diese auf 200 Schiffe vergrößerte Flotte gegen den karthagischen Stützpunkt Lilybaeum vornahm, sollte nicht die Eroberung Siziliens vollenden; vielmehr planten die ehrgeizigen Konsuln C. Atilius Regulus und L. Manlius Vulso, die bereits 257 beziehungsweise 256 amtiert und große Flottenverbände geführt hatten, die Einnahme als Auftakt für die Überfahrt nach Karthago. Allerdings leistete nicht nur die karthagische Besatzung von Lilybaeum unerwartet zähen Widerstand, sondern es gelang auch noch einem großen karthagischen Entsatzkorps unter der Leitung Hannibals, in die Stadt zu gelangen, so dass sich das Großunternehmen hinzog und die römische Streitmacht, von der nur ein Teil über die Winterpause die Belagerung der Stadt fortführte, in ernste Schwierigkeiten geriet. Zusätzlich nutzten die Karthager die Lähmung der römischen Kriegführung aus, um nun ihrerseits mit ihrer Flotte Angriffe bis nach Italien zu wagen.<sup>24</sup>

Vor dem Hintergrund dieser kritischen Situation müssen die Aktionen des P. Claudius Pulcher, des Konsuls von 249, beschrieben werden, dessen Scheitern zu der schwersten innenpolitischen Krise im langen Krieg, aber auch zur Erneuerung des gesetzlichen Verbots der Seekriegführung führte. In der ursprünglichen Verteilung der *provinciae* hatte Iunius Pullus die Flotte erhalten, mit der er entlang der Südküste Siziliens nach Lilybaeum fahren sollte. Claudius hatte dagegen das Kommando über Landtruppen, mit denen er der Nordküste entlang marschierte, um die Belagerungstruppen bei Lilybaeum zu unterstützen. Allerdings gab er sich mit dieser eher beschränkten militärischen Aufgabe nicht zufrieden, sondern ließ in Lilybaeum eine neue große Flotte bauen und die als Schiffsbesatzungen ausgewählten Truppen teils unter brutalen Methoden für den Seekampf trainieren. Der Versuch, die karthagische Flotte beim zweiten wichtigen karthagischen Stützpunkt, bei Drepana, zu überraschen, misslang freilich völlig. Claudius war völlig überrascht, als er erkennen musste, „daß die Feinde wider Erwarten weder flohen noch auf seinen Angriff panisch reagierten“<sup>25</sup>. Es gelang nicht, seine teilweise in den Hafen von Drepana eingefahrene Flotte zu ordnen. Ein großer Teil der chaotisch manövrierenden Schiffe wurde versenkt, ein anderer von den Karthagern erbeutet.

Das taktische Versagen des Claudius wäre ihm allein – hier war das römische Volk gegenüber den aus der Nobilität rekrutierten Generälen immer noch überraschend nachsichtig – nicht zum Verhängnis geworden, wohl aber die Art und Weise, in der sich der nach Rom zurückgekehrte Claudius Pulcher verhielt, nachdem auch die Flotte des Iunius

<sup>24</sup> Flottenfahrt nach Afrika 250 durch Volksversammlung zugewiesen: Zonaras 8.15.3, „Sie [die Römer; d. Verf.] beschlossen durch Abstimmung, dass die Konsuln nach Afrika fahren sollten.“ Karthagische Angriffe bis nach Italien: Polybius 1.41.4. Zu den oft problematischen Interpretationen in der Sekundärliteratur: Bleckmann (2002: 183).

<sup>25</sup> Polybius 1.50.1.

Pullus durch einen Seesturm vernichtet worden war und es im Senat zu erbitterten und anscheinend sehr handgreiflichen Diskussionen über die Fortführung des Krieges kam. Eine gegen Claudius eingemommene Adelsfraktion entriß dem Konsul noch während seiner Amtszeit das Oberkommando, indem es ihm die Ernennung eines Diktators befahl. Claudius konterte, indem er demonstrativ seinen Klienten Glicia zum Diktator erhob, der *de facto* von seinen Weisungen abhing. Dieses Verhalten ist in einer Konfliktsituation verständlich, in der das genaue Kräfteverhältnis von Magistrat und dem (durch die *lex Ovinia* in seiner Rekrutierung und in seiner Stellung gegenüber dem Magistrat fundamental veränderten) Senat noch nicht völlig geklärt war und in der selbstbewusste Konsuln wie Claudius sich nicht als Exekutive des Senats und der Nobilität verstanden. Erst in einer zweiten Stufe der Auseinandersetzung lenkte Claudius schließlich ein und erhob statt des zur Abdankung gezwungenen Glicia den bereits bewährten Konsular A. Atilius Calatinus zum Diktator.

Die rücksichtslose Amtsführung des Claudius führte dazu, dass ihm nach seinem Amtsjahr der Prozess gemacht wurde. Im Unterschied zur radikalen griechischen Demokratie waren der römischen Republik der Generalsprozess und die Vorstellung, die Vernachlässigung der Interessen des Volkes ahnden zu müssen, an sich fremd. In der psychologisch aufgeladenen Atmosphäre, die nach den Niederlagen und Katastrophen von 249 geherrscht haben muss und die auch im Kult ihren Niederschlag fand, sahen aber einige Volkstribunen eine günstige Gelegenheit zur Agitation und zur politischen Profilierung, indem sie einen Prozess gegen Claudius initiierten. Die Angaben der historiografischen Quellen, die teilweise von einer erst in der Späten Republik ausgeschmückten negativen Legende über die angebliche Arroganz der Claudier gezeichnet sind, lassen allerdings nicht genau erkennen, was und in welcher Form bei diesem Prozess verhandelt wurde und in welcher Weise er von damaligen innenpolitischen Grundproblemen bestimmt war. Schon das inkriminierte Delikt ist unklar. Gewöhnlich wird angenommen, Claudius Pulcher sei sein frevelhafter Umgang mit den religiösen Riten unmittelbar vor der Schlacht vorgeworfen worden.<sup>26</sup>

Nach der Deutung von K.-J. Hölkeskamp dagegen sei der eigentliche Prozessgrund die normwidrige Erhebung des Glicia und die Herauslösung des Claudius aus dem aristokratischen *comment* gewesen, während die sakralrechtlichen Verstöße nur einen Vorwand abgegeben hätten. Eine genaue Lektüre der einschlägigen Passagen zu den angeblichen Verstößen zeigt allerdings, dass dort Bezüge zum Prozess nur indirekt hergestellt werden: Der frevelhafte Umgang mit den Auguralriten führte zur Niederlage, wegen der wiederum dem Konsular der Prozess gemacht wurde.<sup>27</sup> Vermutlich waren also die sakralrechtlichen Verstöße nicht einmal auf einer formalen Ebene Gegenstand des Prozesses, sondern die Art der Kriegführung selbst, durch die das römische Volk schwer geschädigt worden war. Anklagegrund war in diesem Kapitalverfahren, für das die Volkstribunen auf die Amtshilfe von Magistraten *cum imperio* angewiesen waren, wohl der recht vage Tatbestand des „Hochverrats“, der *perduellio*, die mit dem aus der athenischen Geschichte bekannten Delikt der *prodosia*, dem Verrat von Volksinteressen, vergleichbar ist. Das wird auch in der

<sup>26</sup> *Lex Ovinia* und Senat: Cornell (2000); Bleckmann (2002: 142). psychologisch aufgeladene Atmosphäre: vgl. zur Einrichtung der ersten Saecularspiele in diesem Zeithorizont die allerdings insgesamt sehr unklaren Angaben bei Zosimus 2.4.1 (wegen der Seuchen und Kriege: für die „Seuchen“ ist auf die Epidemie im Winterlager von Lilybaeum 250/249 zu verweisen, vgl. Zonaras 8.15.2); Censorinus 17.10.

<sup>27</sup> Hölkeskamp (1990); vgl. Cicero, *De nat. deor.* 2.7; Schol. Bob. p. 90 Stangl; vgl. Bleckmann (2002: 196).

ältesten Quelle zum Prozess gegen Claudius, nämlich bei Polybios (1.52.3), deutlich, bei dem der Auspizienfrevel keine Rolle spielt:

Publius aber wurde von den Römern verachtet und war heftig beschuldigt worden, daß er die Geschäfte aufs Geratewohl und ohne Verstand anging und daß er durch sein Verschulden Rom schwere Verluste zugefügt hatte. Deshalb wurde ihm auch später der Prozess gemacht, wo er schweren Strafen und Gefahren ausgesetzt wurde.

Die Vorstellung, Magistrate müssten sich wegen Fehlhandlungen verantworten, ist zwar in Rom niemals über rudimentäre Ansätze hinausgekommen. Gleichwohl ist der Prozess kein Einzelfall, sondern hat Parallelen bis zum Prozess gegen Servilius Caepio nach der Katastrophe von Arausio in Gallien (105 vor Christus). Entscheidend für das Zustandekommen solcher, dem Amtsverständnis selbstherrlicher Nobiles völlig widersprechender Prozesse war eine Konstellation, in der agitierende Volkstribunen in der Nobilität Verbündete finden konnten.

Angesichts des Fehlens einer zeitnahen Überlieferung zum Prozessverlauf ist schwer festzustellen, ob im Prozess gegen Claudius die gesamte Nobilität auf Seiten der Volkstribunen und in geschlossener Frontstellung gegen den Einzelgänger Claudius stand und ob der Prozess einen Beleg für den so genannten Funktionswandel des Volkstribunats in der Klassischen Republik bietet, durch den die Volkstribunen nicht mehr als Vertreter plebejischer Sonderinteressen, sondern ausschließlich als Instrumente der Senatspolitik agierten. Folgt man den späten Quellen, die allein überhaupt eine Darstellung der Prozessdetails bieten, gab es jedenfalls eine eindrucksvoll geschlossene Frontstellung von Volkstribunen und Nobilität gegen Claudius vermutlich nicht. Denn der zunächst von den Volkstribunen mit der Amtshilfe von Magistraten aus der Nobilität durchgeführte Kapitalprozess vor den Kuriatkomitien konnte deshalb nicht zu Ende geführt werden, weil andere Amtsträger, die zu Claudius hielten, diesen Prozess erfolgreich durch die üblichen Mittel der Obstruktion wie der erfolgreichen Beobachtung bedenklicher Vorzeichen behindern konnten.<sup>28</sup> Gegen eine Wiederaufnahme des Kapitalprozesses legten offenkundig auf der Seite des Claudius stehende Volkstribunen Widerspruch ein,<sup>29</sup> auch wenn sie sich sonst in der Verteidigung des unbeliebten Konsulars nicht weiter hervorwagten. Wegen dieses aus der Nobilität vorgebrachten Widerstandes mussten die für die Betreibung des Prozesses verantwortlichen Volkstribunen Pullius und Fundanius auf die Durchführung des Kapitalverfahrens vor der Volksversammlung verzichten und ein Multverfahren vor dem *concilium plebis* durchführen, das schließlich mit einer Geldstrafe für Claudius endete.

Bei genauer Betrachtung entspricht der Claudius-Prozess damit dem auch aus der Späten Republik bekannten Bild römischer Innenpolitik: Von den Volkstribunen waren nur einige, aber keineswegs alle, bereit, sich für die Belange der Nobilität einzuspannen zu lassen, während umgekehrt auch die Nobilität gespalten war und einige die Agitation von im „Volksinteresse“ tätigen Tribunen unterstützen, andere diese aber bekämpften. Deutlich ist auch, dass sich für Fundanius Fundulus, durch den der Prozess maßgeblich betrieben wurde, die populäre Agitation in seiner späteren Karriere bezahlt machte, indem er – der *cursus honorum* war um diese Zeit noch nicht festgelegt – 246 Ädil<sup>30</sup> und 243 Konsul

<sup>28</sup> Vgl. Schol. Bob. p. 90 Stangl.

<sup>29</sup> Vgl. Schol. Bob. p. 90 Stangl.

<sup>30</sup> In dieser Zeit profilierte er sich wieder als Vertreter der Volksinteressen durch einen Prozess gegen die Schwester des Claudius: Valerius Maximus 8.1, damn. 4; Gell. 10.6; Sueton, *Tiberius* 2.3.

wurde. Nur eine auf wenige Personen der römischen Geschichte zentrierte Legendenbildung hat dazu beigetragen, dass Fundanius Fundulus als einer der großen *populares* des dritten Jahrhunderts vergessen worden ist und nur noch wenige „Vorfahren“ der Gracchen wie Flaminius in Erinnerung geblieben sind.

Der Prozess gegen Claudius war dabei nur ein Teil der Agitation, die sich gegen die Fortsetzung des verlustreichen Seekrieges richtete. In der gleichen Zeit – nach Zonaras im Jahre 247 – wurde das bereits 252 beschlossene gesetzliche Verbot der Seekriegführung „wegen der Unglücksfälle und wegen der materiellen Aufwendungen“ durch Plebiszit erneut eingeschränkt. Für die Rückkehr zum Landkrieg in den folgenden Jahren war damit nicht die strategische Neuorientierung der einsichtig gewordenen Nobilität verantwortlich, sondern eine „populare“ Gesetzgebungsinitiative, die in Zukunft die Plebs vor hohen materiellen und menschlichen Verlusten durch die leichtsinnige Seekriegführung einiger Vertreter der aristokratischen Elite schützen sollte. Diesen Vorgaben entsprechend konnte der Krieg in den folgenden Jahren nur als eine Serie eher kleinteiliger Landoperationen durchgeführt werden, in denen trotz einiger Territorialgewinne der von Fundanius Fundulus 243 in Aussicht gestellte Durchbruch nicht gelang. Immerhin konnten die vom langwierigen Krieg geschwächten Karthager neben einigen Festungen im Westen Siziliens vor allem den Besitz der getreidereichen und für das karthagische Imperium besonders wichtigen Insel Sardinien für sich behaupten.<sup>31</sup>

### C. Lutatius Catulus und das Ende des Ersten Punischen Kriegs

Nach einigen Jahren eines nur mäßig erfolgreichen Landkrieges gegen die Karthago noch verbliebenen und auf dem Seeweg versorgten Positionen konnte die Rückkehr zum Seekrieg nur deshalb erfolgen, weil formal die für 242 von den beiden Konsuln ausgerüstete Flotte nur ein Freiwilligenaufgebot war.<sup>32</sup> Dabei machte man sich die Tatsachen zunutze, dass in dieser Zeit ein Monopol des römischen Staates auf die Durchführung kriegerischer Aktionen zumindest für den Seekrieg nicht existierte und dass unternehmungslustige Privatleute in den Jahren nach 247 einen lukrativen Kaper- und Piratenkrieg gegen Karthago in oft ziemlich großen Unternehmungen fortgeführt hatten.<sup>33</sup> Auf diese Weise machte es keine Schwierigkeit, trotz der längeren Pause im Flottenkrieg eine neue Flotte auszurüsten. Treibende Kraft war C. Lutatius Catulus, dem es zwar gelang, seinen Kollegen durch die Aktivierung religiöser Bedenken auszubooten, der sich aber dann das Flottenkommando mit dem selbstbewusst seinen Anteil am Ruhm reklamierenden Prätor Valerius Falto teilen musste.

Die entscheidende Aktion des Lutatius Catulus gelang ihm erst, als die Zeit seines Konsulats bereits abgelaufen und seine Amtszeit bereits verlängert worden war, vielleicht auf Betreiben seines Bruders und Amtsnachfolgers Q. Lutatius Cerco. Dabei scheint er – wie viele seiner Amtsvorgänger auch – extrem risikofreudig vorgegangen zu sein, um die karthagische Versorgungsflotte, die in Richtung auf Drepana unterwegs war, abzufangen. Aus

<sup>31</sup> Seekriegsverbot erneuert: Zonaras 8.16.2. Indirekt durch Polybios 1.59.1 bestätigt. Vgl. gegen Walbank (1957: 125) Bleckmann (2002: 192, Anm. 5). Siegesgewissheit des Fundanius Fundulus: Diodor 24.9.2, vgl. Polybios 1.59.1.

<sup>32</sup> Vgl. Polybios 1.59.6.

<sup>33</sup> Vgl. Zonaras 8.16.8.



den Quellen geht nämlich hervor, dass der Konsul trotz des stürmischen Wetters den Befehl zur Ausfahrt gab. Das riskante Unternehmen ging aber gut aus, auch deshalb, weil die beladenen karthagischen Schiffe weniger manövrierfähig waren als die der Römer. Der Sieg bei den Aegatischen Inseln (241 vor Christus) endete gleichwohl nicht mit der völligen Vernichtung der karthagischen Flotte, und sicher ist darüber hinaus, dass auch von römischer Seite Einbußen hingenommen werden mussten. Vom ursprünglich wesentlich ehrgeizigeren, in der Tradition früherer Unternehmungen formulierten Ziel, Karthago selbst anzugreifen, war man noch weit entfernt.<sup>34</sup>

Über die Motive, die Lutatius Catulus veranlassten, nach seinem Seesieg gleichwohl den Friedensschluss mit Karthago zu betreiben, schreibt Dio-Zonaras:

Die Karthager schickten dem Catulus Gesandte, um über den Frieden zu verhandeln. Dieser war geneigt, den Krieg zu beenden, weil seine Amtszeit gerade auslief, weil er ferner nicht glaubte, in kurzer Zeit Karthago zerstören zu können, und weil er nicht seinen Nachfolgern den durch seine eigenen Mühen gewonnen Ruhm überlassen wollte.<sup>35</sup>

Es war also, wenn man Dio-Zonaras folgt, nicht die völlige Erschöpfung, wie sie von Polybios (1.62.7) in den Vordergrund gestellt wird, die Lutatius friedensbereit machte, sondern die Erkenntnis, dass während der kurzfristigen Verlängerung seines Kommandos die Zeit für eine Fahrt nach Afrika nicht mehr reichen würde und dass es für das eigene Prestige besser war, einen den Krieg beendenden Friedensvertrag durchzusetzen statt einem Nachfolger den Ruhm der völligen Unterwerfung Karthagos zu überlassen. Aus diesem Grund wurden Karthago Friedensbedingungen diktiert, die durchaus moderat waren und insbesondere die wichtige Insel Sardinien bei Karthago beließen.

Gegen diesen für Karthago zu günstigen Vertragsentwurf gab es in Rom heftige Proteste, die insbesondere von denen formuliert wurden, deren Ehrgeiz auf die Fortführung des Krieges und den Angriff in Afrika angewiesen war und die in der Volksversammlung die Ablehnung des Vertragsentwurfs durchsetzen konnten.<sup>36</sup> Dass der Krieg dann doch nicht weiter geführt wurde, war einzig dem für Lutatius Catulus glücklichen Umstand zu verdanken, dass sein Nachfolger im Konsulat der eigene Bruder Lutatius Cerco war, der durch einige geschickte Modifikationen des Vertragsentwurfs dann schließlich die Ratifikation des Friedens durchsetzen konnte. Weil der Frieden von 241 nur mit äußerst knapper Mehrheit und in einem Klima heftiger innenpolitischer Auseinandersetzungen durchgesetzt worden war, ist es nicht verwunderlich, dass er nur wenige Jahre später durch die zusätzlich erzwungene und für Karthago besonders bittere Abtretung Sardinien „korrigiert“ wurde, als Karthago durch den Söldneraufstand wehrlos geworden war.

## Bilanz

Eine genaue Betrachtung der Wechselfälle des Ersten Punischen Krieges zeigt deutlich, dass dieser Krieg von römischer Seite zwar einerseits ohne einen gewissen Grundkonsens zwischen den Mitgliedern der Nobilität nicht durchführbar gewesen wäre, dass aber

<sup>34</sup> Zu Lutatius Catulus und Lutatius Cerco sowie zum ursprünglichen Projekt der Afrikafahrt: Bleckmann (2002: 214–218) mit Verweis auf Valerius Maximus 1.1.2, gegen Thiel (1954: 320).

<sup>35</sup> Zonaras 8.17.3.

<sup>36</sup> Explizit zu den Motiven der Ablehnung Zonaras 8.17.5 f. Das Faktum der Ablehnung bei Polybios 1.63.8, der im Rückblick verfassungsrechtliche Gründe anführt; vgl. Polybios 3.21.2 und Livius 21.18.10.

andererseits konkrete Entscheidungen in einer durchaus gespannten und konfliktreichen innenpolitischen Atmosphäre fielen und dass das sallustische Bild einer harmonischen Einigkeit im Kampf gegen den äußeren Feind für diese Phase der Republikgeschichte in seiner Einseitigkeit nicht zutreffen kann. Die relativ große Bedeutung der Volksversammlung in dieser Zeit, die 264 Appius Claudius gegen die Bedenken des Senats mit einem Sonderkommando ausstattete oder 241 den ersten Friedensvertrag nicht ratifizierte, erklärt sich nicht daraus, dass Rom in dieser Zeit eine Demokratie war, sondern daraus, dass im inneraristokratischen Wettstreit der Entscheidung und Schiedsrichterrolle der Volksversammlung eine besonders große Bedeutung zugewiesen wurde und dass durch die Einbindung in den Seekrieg breitere Kreise von den politischen Entscheidungen betroffen waren.<sup>37</sup>

Die Instrumentalisierung der Volksversammlung bis hin zu demagogischen, mit der späteren Epoche der Gracchen durchaus vergleichbaren Formen ist nur ein Teilaspekt eines heftigen inneraristokratischen Wettstreits, der gerade auch die Amtsführung vieler sich un-solidarisch verhaltender Magistrate prägte, wenn man *provincia*-Zuweisungen ignorierte oder bei strategischen Entscheidungen darauf achtete, dem Amtsnachfolger keinen Anteil am erworbenen Ruhm zu überlassen. Der Konkurrenzkampf um Möglichkeiten des Erwerbs von militärischem Ruhm erklärt einerseits einen Großteil der imperialen Dynamik der Mittleren Republik, wurde aber andererseits bisweilen in Formen geführt, die das Wohl des Gesamtstaates gefährdeten. Gewiss fehlen in dieser Zeit des inneraristokratischen Konkurrenzkampfes die extremsten, aus der Späten Republik vertrauten Erscheinungen wie die Privatarmeen und Heeresklientelen, die politischen Morde und die Versuche, persönliche Macht gegen den *mos maiorum* institutionell langfristig abzusichern. Aber in den kaum gezügelten politischen Ambitionen einzelner Vertreter der Führungsschicht des dritten Jahrhunderts zeichnen sich Verhaltensmuster ab, die mit denen der Aristokraten der späteren Republik durchaus vergleichbar sind. Die viel gebrauchte Rede von der „Desintegration“ der Nobilität ist daher ungeeignet, um die Entwicklungsgeschichte der Nobilität zu bezeichnen. „Desintegration“ suggeriert, dass eine anfangs harmonisch miteinander lebende Führungsschicht immer deutlicher zerfällt, während in Wirklichkeit ein erbitterter Konkurrenzkampf, der immer wieder die Grenzen der Standessolidarität belastete, von Anfang an vorhanden war. Dieser Konkurrenzkampf wurde aber zum Schluss aufgrund der Größe des Imperiums mit Machtmitteln ausgetragen, die die Grenzen der ohnehin immer nur schwachen gesamtstaatlichen Institutionen der Republik sprengten.

## Literatur

- BECK, Hans (2005). *Karriere und Hierarchie. Die römische Aristokratie und die Anfänge des cursus honorum in der mittleren Republik*. Berlin.
- BLECKMANN, Bruno (1998). „Regulus bei Naevius: Zu Frg. 50 und 51, Blänsdorf“, *Philologus* 142(1), 61–70.
- BLECKMANN, Bruno (1999). „Rom und die Kampaner von Rhegion“, *Chiron* 29, 123–146.
- BLECKMANN, Bruno (2002). *Die römische Nobilität im Ersten Punischen Krieg. Untersuchungen zur aristokratischen Konkurrenz in der Republik*. Berlin.
- BLEICKEN, Jochen (1975). *Lex Publica. Gesetz und Recht in der römischen Republik*. Berlin.
- CÀSSOLA, Filippo (1962). *I gruppi politici Romani nel III secolo A.C.* Triest.

<sup>37</sup> Vgl. Millar (1989). Zu dieser Debatte vgl. Hölkeskamp (2006: 363 mit Anm. 9).

- CORNELL, Timothy J. (2000). „The Lex Ovinia and the Emancipation of the Senate“, in: Christer BRUNN (Hrsg.). *The Roman Middle Republic. Politics, Religion and Historiography*. Rom, 69–90.
- ELSTER, Marianne (2003). *Die Gesetze der mittleren römischen Republik. Text und Kommentar*. Darmstadt.
- HEUSS, Alfred (<sup>3</sup>1970). *Der erste Punische Krieg und das Problem des römischen Imperialismus. Zur politischen Beurteilung des Krieges*. Darmstadt. (1. Auflage 1949)
- HÖLKEKAMP, Karl-Joachim (1987). *Die Entstehung der Nobilität. Studien zur sozialen und politischen Geschichte der römischen Republik im 4. Jhdt. v. Chr.* Stuttgart.
- HÖLKEKAMP, Karl-Joachim (1990). „Senat und Volkstribunat im frühen 3. Jhdt. v. Chr.“, in: Walter EDER (Hrsg.). *Staat und Staatlichkeit in der frühen Republik, Akten eines Symposiums 12.–15. Juli 1988*. Stuttgart, 437–457.
- HÖLKEKAMP, Karl-Joachim (2001). „Fact(ions) or Fiction? Friedrich Münzer and the Aristocracy of the Roman Republic – then and now“, *International Journal of the Classical Tradition* 8, 92–105.
- HÖLKEKAMP, Karl-Joachim (2004). *Senatus Populusque Romanus. Die politische Kultur der Republik – Dimensionen und Deutungen*. Stuttgart.
- HÖLKEKAMP, Karl-Joachim (2006). „Konsens und Konkurrenz. Die politische Kultur der römischen Republik in neuer Sicht“, *Klio* 8, 360–396.
- HOYOS, B. Dexter (1998). *Unplanned Wars. The Origins of the First and Second Punic Wars*. Berlin und New York.
- KONDRATIEFF, Eric John (2004). „The Column and Coinage of C. Duilius: Innovations in Iconography in Large and Small Media in the Middle Republic“, *Scripta Classica Israelica* 23, 1–39.
- LIPPOLD, Adolf (1963). *Untersuchungen zur Geschichte des römischen Konsulates von 264 bis 201 v. Chr.* Bonn.
- MILLAR, Fergus (1989). „Political Power in Mid-Republican Rome: Curia or Comitium?“, *Journal of Roman Studies* 79, 1–11.
- MOLTHAGEN, Joachim (1979). „Der Triumph des M'. Valerius Messala und die Anfänge des Ersten Punischen Krieges“, *Chiron* 9, 53–72.
- MÜNZER, Friedrich (1920). *Römische Adelsparteien und Adelsfamilien*. Stuttgart.
- ROTONDI, Giovanni (1912). *Leges Publicae populi Romani*. Mailand.
- SEHLMAYER, Markus (1999). *Stadtrömische Ehrenstatuen der republikanischen Zeit*. Stuttgart.
- STAVELEY, E. Stuart (1989). „Rome and Italy in the Early Third Century“, in: *The Cambridge Ancient History. Second Edition VII,2: The Rise of Rome to 220 B.C.* Cambridge, 420–455.
- THIEL, Johannes Hendrik A. (1954). *A History of Roman Sea-Power before the Second Punic War*. Amsterdam.
- WALBANK, Frank William (1957). *A Historical Commentary to Polybius I*. Oxford.



RICARDA BAUSCHKE-HARTUNG

**Minnesang zwischen Gesellschaftskunst  
und Selbstreflexion im Alter(n)sdiskurs –  
Walthers von der Vogelweide „Sumerlaten“-Lied**

Die *Große Heidelberger Liederhandschrift*, der *Codex Manesse*, tradiert unter dem Namen Walthers von der Vogelweide ein fünfstrophiges Minnelied,<sup>1</sup> dessen Inhalt auf verschiedenen Ebenen überrascht: Das sprechende Ich präsentiert sich in der Rolle des Sängers, es reflektiert sein Verhältnis zum rezipierenden Publikum, die angesprochene Geliebte wird als Fiktion durchschaubar, der Minnesang selbst als literarisches Spiel entlarvt. Um diese Aussageintentionen zu profilieren, greift Walther in die rhetorische Trickkiste und benutzt Motive, die in jeder Hinsicht unkonventionell ist. Er pervertiert zeitgenössische Konventionen lyrischen Sprechens, parodiert seine Minnesängerkollegen und stellt seine künstlerische Kunstfertigkeit in den Vordergrund. Die folgende kursorische Interpretation des Liedes soll die angedeuteten Eigenarten genauer aufzeigen. Daran anschließend lässt sich vorführen, inwiefern literarische Texte Auskunft geben können über Alterität und Modernität<sup>2</sup> vormoderner Kulturen. Sie können als Indikatoren anthropologischer Konstanten gelten, denn sie repräsentieren Möglichkeiten der diskursiven Verarbeitung des Spannungsfeldes von Liebe und Gesellschaft beziehungsweise deren Reflektionsspielräume in der Dichtkunst. Zugleich demonstrieren sie die Traditionsgebundenheit sowie das Innovationspotenzial liebenden Sprechens überhaupt. Vorangestellt ist eine Edition des Walther-Liedes mit neuhochdeutscher Übertragung.<sup>3</sup>

*Lange swîgen, des hât ich gedâht,* (72,31)  
*nû wil ich singen aber als ê.*  
*dâr zuo hânt mich guote liute brâht,*  
*die mugen mir noch gebieten mê.*  
*ich sol in singen unde sagen,*  
*unde swes si gern, daz sol ich tuon. sô suln si mûnen kumber klagen.*

<sup>1</sup> Den Text überliefern ebenso die *Kleine Heidelberger Liederhandschrift* sowie das *Würzburger Hausbuch* des Michael de Leone, allerdings zum Teil mit divergierender Strophenfolge und in einzelnen Formulierungen auch mit abweichendem Wortlaut. Die *Weingartner Liederhandschrift* bietet eine dreistrophige Fassung des Liedes, die aufgrund der fehlenden Autorzuweisung anonymisiert bleibt. Die vorliegende Darstellung orientiert sich an der Liedgestalt, wie sie der *Codex Manesse* präsentiert. – Zur Überlieferungssituation vgl. Bauschke (1999: 198–202).

<sup>2</sup> Zu dieser Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen, der Ambivalenz von Andersartigkeit und Aktualität in Bezug auf Eigenprofil und zeitgenössische Wahrnehmung des Mittelalters siehe grundlegend Jauss (1977).

<sup>3</sup> Der Abdruck folgt meiner Edition in Bauschke (1999: 195), die derzeit maßgebliche Ausgabe stammt von Corneau: *Walther von der Vogelweide. Leich, Lieder, Sangsprüche* (1996). Die für den vorliegenden Beitrag hergestellte Übersetzung ist recht frei und bewusst als neuhochdeutsch ansprechende Paraphrase angelegt.

*Hoeret wunder, wie mir sî geschehen* (72,37)  
*von mîn selbes arebeit:*  
*ein wîp diu wil mich niht an sehen,*  
*die brâht ich in ir werdekeit,*  
*daz ir der muot sô hôhe stât.*  
*jâ enweiz si niht, swenne ich mîn singen lâze, daz ir werdekeit zergât?*

*Jâ, hêrre, waz si nû flüeche lîden sol,* (73,5)  
*swenne ich nû lâze mînen sanc!*  
*alle, die sî nû lobent, daz weiz ich wol,*  
*die scheltent danne ân mînen danc.*  
*tûsent herze wurden frô*  
*von ir genâden, des si lîhte engeltent, scheid ich mich von ir alsô.*

*Dô mich des dûhte, daz si wære guot,* (73,11)  
*wer was ir bezzer dô danne ich?*  
*dêst ein ende: swaz si mir getuot,*  
*sô mac si wol verwânen sich.*  
*nimt si mich von dirre nôt,*  
*ir leben hât mînes lebens êre. sterbet si mich, sô ist si tôt.*

*Sol ich in ir dienste werden alt,* (73,17)  
*die wîle junget sî niht vil.*  
*sô ist mîn hâr vil lîhte alsô gestalt,*  
*daz si einen jungem danne wil.*  
*sô helfe got, her junger man,*  
*sô rechet mich und gêt ir alten hût mit sumer laten an!*

Ich hatte mir vorgenommen, für lange Zeit zu schweigen.  
 Nun aber will ich wieder singen wie zuvor.  
 Gebracht haben mich dazu Menschen, die in der Gesellschaft angesehen sind.  
 Sie könnten mir noch viel mehr befehlen.  
 Ich werde für sie singen und rezitieren,  
 und alles, was sie wünschen, werde ich tun.  
 Im Gegenzug werden sie mein Leid mit mir beklagen.

Hört euch an, was mir Seltsames  
 durch meine eigene Mühe widerfahren ist:  
 Eine Frau würdigt mich keines Blickes,  
 obwohl ich ihr überhaupt erst zu so großer Würde verhalf,  
 dass sie sich jetzt so wohlfühlen kann.  
 Ja, weiß sie denn nicht, dass sich ihr ganzes Ansehen verflüchtigt,  
 wenn ich mit meinem Sang aufhöre?

Oh mein Gott, was sie nun an Verfluchungen zu hören bekommt,  
 wenn ich mit dem Singen aufhöre!  
 Alle, die sie jetzt loben – das weiß ich ganz genau –,  
 die beschimpfen sie dann, ohne dass ich etwas dafür kann.

Durch ihre Gunst wurden tausend Herzen glücklich;  
 sie werden die Leidtragenden sein,  
 wenn ich mich auf diese Weise von ihr trenne.

Als ich noch davon ausging, dass sie ein guter Mensch sei,  
 wer war ihr da zugetaner als ich selbst?  
 Damit ist jetzt Schluss: Was auch immer sie mir antut,  
 kann sie in gleicher Weise von mir zurückerwarten.  
 Befreit sie mich aus meinem Unglück,  
 hat ihr Dasein Anteil an meinem großen Ansehen.  
 Tötet sie mich aber, dann vernichtet sie sich selbst.

Wenn ich in ihren Diensten alt werde,  
 macht doch die Zeit sie auch nicht jünger.  
 Dann sieht mein Haar vielleicht so aus,  
 dass sie lieber einen jungen Mann möchte.  
 Dann helfe euch Gott, Herr „Junger Mann“:  
 rächt mich an ihr und gerbt ihre alte Haut mit Weidenruten.

Das Lied beginnt mit einem rhetorischen Paradox. Indem der Minnesänger seinen Vortrag beginnt, tut er genau das Gegenteil von dem, was er auf der semantischen Ebene ankündigt: lange zu schweigen. Die Diskussion, die er führt, entpuppt sich dabei schnell als Metadiskurs über den Ort des Minnesangs in der Gesellschaft. Im Auftrag sozial angesehener und finanziell kompetenter Leute stellt der Lyriker mit Wort und Musik eine Aufführung auf die Beine, die im höfischen Rahmen stattfindet und über die übliche Kommunikationssituation mit dem Rezipienten auch ein positives Gemeinschaftsgefühl stiftet. Das geht so weit, dass Sänger und Publikum sich einvernehmlich gegenseitig unterstützen. Der Dichter produziert Lyrik, um das Auditorium zu erfreuen; die Zuhörer begegnen ihm dafür mit Empathie. Dieser unausgesprochene Kontrakt schließt sogar helfende Parteinahme und Mitleid(en) ein. Dass es bei dem vom Sänger angesprochenen Kummer (mittelhochdeutsch *kumber*) speziell um den Liebesschmerz geht, wird in der ersten Strophe nicht ausgesprochen, es ist für das literaturkundige zeitgenössische Publikum aber sofort klar. Die Strophe folgt dem Typ der Kanzone, also der in der höfischen Lyrik konventionalisierten Liedform, die im Zuge der Adaption altfranzösischer und altprovenzalischer Liebeslyrik auch in den deutschen Sprachraum gelangte und dort weiterverarbeitet wurde.<sup>4</sup> Die Wahl des Bauprinzips und sicher auch die leider nicht überlieferte Melodie, zu der die Worte vorgetragen wurden, indizierten die Zugehörigkeit des Textes zum Minnesang.

In der zweiten Strophe werden die angelegten Bögen entsprechend weitergesponnen. Das direkt angeredete und damit ins Boot geholte Publikum wird durch die Ankündigung von Seltsamem (mittelhochdeutsch *wunder*) neugierig gemacht, und tatsächlich überrascht der Fortgang der Argumentation. Es ist zwar nichts Neues, dass die Dame des Minnesangs

<sup>4</sup> Für die Übernahme romanischer Vorlagen stehen Friedrich von Hausen und andere adlige Dilettanten vom Oberrhein, die zweisprachig sozialisiert waren und am Stauferhof ihre Kunst darbringen konnten. Der spätere Kaiser Heinrich VI. hat sich in seiner Jugend selbst als Minnesänger hervorgetan, seine Miniatur und sein kleines Œuvre leiten den Liederreigen im *Codex Manesse* ein. Zur Adaption französischer und provenzalischer Lyrik vgl. Zotz (2005) und Touber (2005).

kein historisches Pendant in der realen Hofgesellschaft besitzt, sondern lediglich als literarisches Konstrukt des jeweiligen Sängers existiert, der von Lied zu Lied die Idee der *frouwe* neu entwirft. Über diese Konstituente der Minnelyrik sind sich Dichter wie Publikum im Klaren. Doch es ist völlig neu, dass Walther diese hinreichende Bedingung von Minnesang in derart deutlicher Form offenlegt (*arebeit, brâht ich, singen*) und in einem weiteren Schritt daraus sogar Handlungskonsequenzen ableitet, die er der Dame vorschreibt, zumal diese Forderungen dann tatsächlich den konventionalisierten Rahmen minnesängerischen Sprechens sprengen. Die in der Strophe gleich doppelt erwähnte hohe Würde der besungenen Dame (mittelhochdeutsch *werdekeit*, V. 4 und 6) und ihr Wohlbefinden in der höfischen Gesellschaft (*muot sô hôhe*) hängen genuin vom lobenden Sprechen des Sängers ab. Er allein konstruiert ihre Idealität in seinen Liedern, so dass die Weigerung, sich dem Sänger freundlich zuzuwenden, nicht nur undankbar scheint, sondern zugleich die literarische Existenz der Dame generell gefährdet. Denn – wird das Gedankenspiel Walthers fortgesetzt – wenn er sie nicht mehr besingt, bedeutet dies ihren gesellschaftlichen Abstieg.

Ausgeblendet bleibt dabei allerdings das Paradox des von Walther postulierten Abhängigkeitsverhältnisses. Wenn nämlich er derjenige ist, der die Dame lyrisch gestaltet, läge es rein theoretisch auch in seiner Souveränität, ihr andere Züge zu verleihen, also freundliches Entgegenkommen oder gar Zuneigung für den männlichen Sprecher des Textes zu gestalten. Dass ihm dieser Weg aber letztlich verschlossen bleiben muss, liegt an dem von ihm gewählten Diskurs der Hohen Minne. Zu dessen Grundbedingungen gehört gerade die Unnahbarkeit der Dame. Sie wird gepriesen, umworben, begehrt, die erotische Dimension wird in Wunschvorstellungen immer wieder eingeblendet, doch die *frouwe* darf sich *qua* aktualisierter Rolle nicht hingeben, weil dies ihre Idealität basal in Frage stellen würde. Reinmar, der prominente Zeitgenosse Walthers, hat dies in einer Strophe, die auf dem provenzalischen Typ des *jeu parti* fußt,<sup>5</sup> in Worte gefasst:<sup>6</sup>

(MF 165,37)

*Zwei dinc hân ich mir vür geleit,  
 diu strîtent mit gedanken in dem herzen mîn:  
 ob ich ir hôhen werdekeit  
 mit mînen willen wolte lâzen minre sîn,  
 Oder ob ich daz welle, daz si groezer sî  
 und sî vil saelic wîp bestê mîn und aller manne vrî.  
 siu tuont mir beide wê:  
 ich wirde ir lasters niemer vrô;  
 vergêt siu mich, daz klage ich iemer mê.*

Zwei Möglichkeiten habe ich mir zurechtgelegt,  
 die nun – als Gedankenspiel – in meinem Herzen miteinander streiten:  
 ob ich entweder ihr großes Ansehen  
 schmälere, indem ich sie mir zu Willen mache,

<sup>5</sup> Die Übertragung dieser lyrischen Präsentationsform einer Streitfrage von der Romania in den deutschen Sprachraum behandelt umfänglich Kasten (1973). Sie bietet auch eine Interpretation des vorgestellten Reinmar-Beispiels, Kasten (1980).

<sup>6</sup> Reinmars Lyrik wird zitiert nach der Ausgabe *Des Minnesangs Frühling* (<sup>38</sup>1988), abgekürzt MF. Die recht freie Übersetzung stammt von mir.



oder ob ich möchte, dass ihre gesellschaftliche Wertschätzung umso größer werde und sie eine verehrungswürdige Frau bleibt, die von mir und allen anderen Männern nicht bedrängt wird.

Beide Varianten tun mir weh:

Ich würde niemals darüber hinwegkommen, wenn sie ein lasterhaftes Leben führte; missachtet sie mich aber, beklage ich dies bis ans Ende meiner Tage.

Das Dilemma ist konstituierend für den Hohen Sang. Der liebende Sprecher wünscht sich die Hingabe der umworbenen Frau, kann und darf sie aber letztlich niemals erwarten. Er muss im Stadium des Hoffens verharren. Nicht nur die *werdekeit* der Dame wäre nämlich zerstört, wenn sie sich dem Sänger öffnete, auch die Gattungsgrenzen würden überschritten; denn der Liebesvollzug ist gerade nicht Thema der Hohen Minne. Für ihn stehen andere Textsorten wie das Tagelied oder die Pastourelle bereit. – Walthers Kritik an der Unzugänglichkeit seiner Dame, die sich allen emotionalen Zuwendungen verschließt, mit denen sie dem Sänger für seinen Lobpreis danken könnte, hat daher lediglich eine Stellvertreterfunktion. Es geht *de facto* um das Spiel mit den Gattungskonventionen, die Walther als reine Setzungen entlarvt und damit einerseits in ihrer Verbindlichkeit bestätigt und paradoxerweise andererseits tendenziell der Kontingenz preisgibt.

Genau diesen Aspekt nimmt Strophe III auf. Sie formuliert in mehreren Facetten eine Drohung an die Dame, die wohlwollend-positive Rezeptionshaltung könne sich in ihr Gegenteil verkehren, der Frauenpreis in Beschimpfung umschlagen. Als „Horrorvision“, die Walther an die Angebetete schickt, macht die Aussage keinen Sinn. Denn nachdem in Strophe II die ausschließlich literarische Existenz der Dame bereits offengelegt ist, läuft die Drohgebärde ins Leere. Dies legt es nicht nur nahe, sondern macht es zwingend notwendig, die Aussage metapoetisch zu deuten: Walther problematisiert, wenn er die Unnahbarkeit der *frouwe* in Frage stellt, das Verharren des Sängers in den Konventionen der Hohen Minne. Er fordert stattdessen die Option eines Singens über die Dame, den Sänger, die Liebe und ihren Vollzug im Gewand von formalen und sozialen Regeln, die eigentlich der klassischen Minnekanzone vorbehalten sind. Das bedeutet konkret, dass die Werbe- und die Erfüllungssituation im höfischen Rahmen angesiedelt bleiben sollen – und nicht in der heimlichen Intimität, welche die Alba, das Tagelied, voraussetzt;<sup>7</sup> das heißt auch, dass die sich hingebende Frau eine Adlige bleibt – und eben kein niedriger stehendes Mädchen ist, wie es die Pastourelle kennt.<sup>8</sup> Aus diesen Voraussetzungen ergibt sich die unter gattungstypischen Gesichtspunkten ungeheuerliche Konsequenz, dass die unnahbare Herrin der Hohen Minne den Normrahmen, der ihre literarische Rolle konstituiert, verlassen muss, so dass die Minnekanzone dann entweder keine Minnekanzone mehr ist oder eben zu einer Minnekanzone mit neuem Rollenpersonal, nämlich der zur Hingabe bereiten Adligen, mutiert. Walther unterbreitet in Strophe III seinem Publikum gleichsam den Vorschlag, die Gattungskonventionen zu sprengen, um eine attraktive Lyrik herzustellen. Er wirbt bei

<sup>7</sup> Das Tagelied fokussiert genau den Moment, in dem ein Liebespaar, das heimlich die Nacht miteinander verbracht hat, sich am Morgen trennen muss. Im Abschiedsschmerz kommt es dabei meist zu einer neuerlichen Vereinigung, die jedoch sprachlich nur angedeutet bleibt.

<sup>8</sup> Vor allem die provenzalische Lyrik, aber auch die mittellateinische Vagantendichtung kennen Darstellungen von Verführungssituationen, in denen sich ein adliger Mann einem Mädchen in ländlichem Umfeld nähert und sie zum Liebesvollzug zwingt. Auch das Zusammenkommen in gegenseitiger Übereinstimmung kann eine Variante des Pastourelleentyps sein.

seinem Publikum für das neue Programm, das Abwechslung verspricht. Mit „*tûsent herze wurden frô*“ (V. 5) bringt er den Unterhaltungsfaktor seines bisherigen Minnesangs ins Spiel und stellt ein vergleichbares Kunstvergnügen in Aussicht, sofern man ihn nur lässt. Bedingung dafür aber ist der Dispens, Gattungskonventionen verhaftet bleiben zu müssen, die er für veraltet hält. Stattdessen will er einen neuen Impetus der Werbekanzone ausprobieren. Der scheinbare Konflikt zwischen Sänger und undankbarer Dame symbolisiert damit eine Verhandlung, die Walther mit seinem Publikum führt, und zwar über Form, Gegenstand und sozialen Rahmen seiner Kunst. Wenn er also die Trennung androht, bezieht sich auch dies nicht auf die *frouwe* (Sie ist als sein Kunstprodukt ohnehin stets „bei ihm“), sondern auf den Rezipientenkreis selbst. Es passt zum sprichwörtlichen Selbstbewusstsein des Ausnahmesängers Walther, dass er für das Postulat solch einer Souveränität die faktische Abhängigkeitssituation des Brotsängers von seinem Mäzen total ausblendet.

Walther reizt also in Strophe III das in der Minnekanzone Sagbare bis an die Grenzen aus. In Strophe IV geht er einen Schritt zurück, wenn er die geführte Verhandlung mit dem Publikum nicht weiter fortsetzt. Auf diese Weise fungiert die Drohgebärde nicht als Pointe des Liedes und erscheint damit abgeschwächt. Die aufgeworfene Polarität von Sänger und Dame aber setzt sich auf der Literalebene fort. Dabei insistiert Walther neuerlich auf der existenziellen Dependenz der Dame von dem Sänger, der sie erschafft. Besonderes Gewicht verleiht er dem Gedanken durch seine Formulierung „*sterbet si mich, sô ist si tôr*“ (V. 6). Er nimmt damit provokativ eine Wendung Reinmars auf, mit der dieser die emotionale Abhängigkeit des werbenden Sängers von der verherrlichten Minneherrin hatte unterstreichen wollen: „*stirbet si, sô bin ich tôr*“ (MF 158,28). Walther ignoriert die zum Hohen Sang passende Hyperbolik der Todesmetaphorik, verkehrt sie in ihr genaues Gegenteil und zeigt dadurch die literarische Konstruiertheit des Gattungsentwurfes auf.<sup>9</sup> Nicht der Sänger stirbt aus Liebessehnsucht nach der unerreichbaren Dame, sondern die Dame löst sich in nichts auf, wenn der Minnelyriker sie nicht immer wieder in seinen Liedern neu erschafft. Walther macht mithin darauf aufmerksam, dass es sich bei der Hohen Minne um Konventionen und damit letztlich Absprachen zwischen dem Literaturproduzenten, der einen Erwartungshorizont bedient, und seinen Rezipienten handelt, zugleich aber stellt er die Verbindlichkeit dieser Konventionen grundsätzlich in Frage.

Gipfelt Strophe IV im Todesmotiv, so schwächt Strophe V die Idee der existenziellen Vernichtung mit dem Altersmotiv einerseits ab, andererseits treibt Walther die Demontage der Minnedame weiter voran; denn als literarische Rolle ist die Figur der umworbenen *frouwe* eigentlich jeder Zeitlichkeit enthoben. Mit diesem Phänomen korrespondiert, dass in den Liedern des Minnesangs kaum individualisierende Züge entfaltet werden, damit die besungene Frau als Projektionsfläche für die einzelnen Wunschvorstellungen der Zuhörer fungieren kann. Jede Konkretisierung wäre hier zugleich eine Beschränkung hin auf ein bestimmtes Bild. Stattdessen schöpfen die Dichterkollegen aus einem stereotypisierten Motivreservoir (weiße Wangen, roter Mund, strahlende Augen), und die bewusst vermiedene Ausdifferenzierung kennzeichnet alle im Hohen Sang entworfenen *frouwen* als Aktualisierung eines überindividuellen Idealbildes. Die Nähe bestimmter Epitheta zur Marienpreisemotivik (Rosen- und Lilienvergleiche, die Dame als Stern, als Mond und so

<sup>9</sup> Vgl. zu Walthers Auseinandersetzung mit Reinmar Bauschke (1999).

weiter)<sup>10</sup> steigert noch die entrückte Distanz, die den besungenen Damen der Lieder anhaftet. Walther bricht nun mit genau dieser Konvention, wenn er in Strophe V den Alterungsprozess ins Spiel bringt. Mit der Behauptung, über die Jahre werde auch die Frau nicht jünger, stellt er implizit ihre ausnahmehafte Schönheit in Frage und negiert die Unantastbarkeit ihrer Idealität. Dahinter verbirgt sich eine ganz bestimmte Aussageintention: Indem Walther die literarische Figur den natürlichen Gesetzen der „realen Welt“ unterwirft, entlarvt er die *frouwe* des Minnesangs als reine Fiktion; denn konstituierend für ihre Rolle ist, dass sie eben nicht altert, sondern stets als zeitlos schön zu denken ist. Die Konfrontation mit dem menschlichen Lebensrhythmus provoziert dabei Komik und macht – gerade auch in der Option zum „Verlachen“ – die Fiktionalität des Minnesangs thematisch. Möglich wird diese metapoetische Raffinesse, indem Walther eine Identität von sprechendem Ich und historischem Sänger suggeriert. Auch der in den Texten profilierte männliche Liebende ist ja nur ein lyrischer Entwurf, ein immer wiederkehrender Typ des entsagungsvoll Werbenden. In keinem Fall können die Lieder des Minnesangs als persönliche Aussagen unglücklich verliebter Ministerialen verstanden werden. In der mündlichen Vortragssituation allerdings kann diese Differenz verschwimmen, und im Sinne einer Plausibilisierung des literarisch skizzierten Gefühlslebens verfolgen die Dichter immer wieder Authentisierungsstrategien, die in der früheren Forschung durchaus als Ausdruck historisch „echt“ gemeinten Liebesempfindens fehlgedeutet worden sind.<sup>11</sup> Wenn also Walther das Älterwerden seines Sprechers in Aussicht stellt und dies in der Ich-Form geschieht, evoziert er die historische Zeitachse sicherlich für seine Dame, zuerst aber für sich selbst und dann auch für das Publikum – letztlich aber wohl für den Minnesang insgesamt. Im literarhistorischen Prozess betrachtet weist er damit nämlich die tradierten Gattungskonventionen als nur zeitaktuelle, vergängliche Konstituenten aus, die in seiner Vorstellung vermutlich schon ebenso „veraltet“ sind wie die im Lied entworfene „verschrumpelte“ Dame. Dass sich eine Dichtkunst, die nicht mit der Zeit geht, sondern an unmodern gewordenen Mustern festhält, selbst lächerlich macht, kleidet Walther in das Bild der verliebten Alten, die peinlich um einen jungen Mann buhlt. Auch die Strafe für solch unangemessenes Verhalten passt: Der junge Mann züchtigt die alte Frau mit frischen Weidenruten, die Jugend straft das Alter mit Symbolen des Frühlings ab. Metaphorisch gedeutet ergibt dies: Neue Optionen lyrischer Dichtkunst werden die überkommenen Gewohnheiten ersetzen, und sollten die alten Verfahren sich als innovationsresistent erweisen, werden sie notfalls mit Gewalt vertrieben.

Walthers so genanntes „Sumerlaten“-Lied lässt sich darum nicht auf Formeln wie „unkonventionelles Minnelied“, „Intertextualität mit Kollegen“ oder „Gattungsparodie“ reduzieren. Der Text ist all dies zusammen und noch viel mehr, und so indiziert es bereits die erste Strophe. Minnesang ist Gesellschaftskunst.<sup>12</sup> Im Auftrag eines Gönners entstanden, vor öffentlichem Publikum vorgetragen, werden mit den Liedern Interessen der Hofgesellschaft bedient. Der Dichter antizipiert den mutmaßlichen Geschmack seines Auditoriums, weil Wohlwollen und Gefallen Voraussetzung sind, um den finanziellen und infrastrukturellen Rahmen für weitere dichterische Produktion zu erhalten beziehungsweise zu behalten. Die Ausgestaltung des Einzelliedes ist damit noch immer Leistung des individuellen

<sup>10</sup> Den Einfluss der Marienlyrik auf den deutschen Minnesang untersucht Kesting (1965).

<sup>11</sup> Vgl. dazu unter anderem Köhler (1970).

<sup>12</sup> Diese Position ist früh vertreten bei Mohr (1954).

Autors, bestimmte literarische Koordinaten aber wie Gattungswahl, Textlänge, eventuell auch Grundtenor des Liedes, verantwortet der Mäzen. Es ist typisch für Walther, dessen Unabhängigkeit und Eigenständigkeit im Vergleich zu anderen Dichtern immer wieder hervortritt,<sup>13</sup> dass er im „*Sumerlaten*“-Lied mit diesem Umstand ebenso spielerisch-kritisch umgeht wie mit den gattungsinternen Konstituenten. Auf die in Strophe I artikuliert Vergewisserung, dass ein grundsätzlicher Konsens zwischen Sprecher-Sänger-Autor – die Grenzen lässt Walther hier bewusst verschwimmen – und Publikum besteht, folgt, wie oben gezeigt, in Strophe III der Versuch, den Gestaltungsspielraum für lyrisches Sprechen über die Liebe neu zu verhandeln. Da aufgrund der metapoetischen Dimension des Liedes mit den internen Rezipienten zugleich das außerliterarisch-historische Auditorium evoziert wird, geht es wohl Walther nicht allein um künstlerische Entscheidungsfreiheiten, sondern auch um die angemessenen Arbeitsbedingungen des Dichters am Hof. Was er als Gegenleistung anbietet, ist nichts Geringeres als die „Freude des Hofes“, der *hōhe muot*. Das positive, Gemeinschaft stiftende Grundgefühl zählt zu den basalen Elementen des höfischen Gesellschaftsideals,<sup>14</sup> und es spielt als solches auch immer wieder eine zentrale Rolle in den mittelalterlichen Erzähltexten, etwa dem Artusroman *Erec Hartmanns von Aue*.<sup>15</sup> Walther macht den Anspruch geltend, allein mit seiner Kunst die Freude des Hofes entscheidend zu fördern: „*tüsent herze wurden frō*“. Selbstbewusst inszeniert er sich als konstituierenden Bestandteil höfischer Repräsentation, um im nächsten Schritt zu behaupten, dass eine Gemeinschaft – wie hier die Hofgesellschaft – zwar Traditionen braucht, über die sie sich definiert, die ihr Halt geben und das Selbstwertgefühl festigen, dass aber zugleich eine gewisse Innovationsbereitschaft vorhanden sein muss, um auf neue Entwicklungen reagieren zu können oder sie sogar selbst vorzubereiten. Dass die Dichtung und ihre literarischen Gattungen Veränderungsprozessen unterworfen sind und diese Umwälzungen lediglich Indikatoren für größere kulturelle Strömungen darstellen, deutet Walther im Alters- und Todesmotiv des „*Sumerlaten*“-Liedes an; die problematischen Konsequenzen eines ewig gestrigen Verharrens in lieb gewonnen, aber überholten Gepflogenheiten zeigt er in der Schlusspointe mit Gewalt auf.

In diesem Sinne handelt das vorgestellte Minnelied Walthers von der Vogelweide auch von kulturellem Wandel, von Sinn und Gefahren einer rückwärtsgewandten Beständigkeit, von notwendiger Veränderung und den damit verbundenen neuen Möglichkeiten, sich wiederum als Gemeinschaft zu finden. Was Walther für die Elite der literarisch interessierten Hofgesellschaft beschreibt, lässt sich ebenso auf größere soziale Gruppen übertragen. Zu klären bleibt noch, warum er diese Überlegungen ausgerechnet im Gewand des Minnesangs entfaltet und seine Diskussion anhand des Liebethemas und zugleich im Alter(n)sdiskurs führt. Die mutmaßlichen Gründe hierfür liegen auf verschiedenen Ebenen. Zum einen ist Hohe Minne die Königsdisziplin lyrischen Sprechens über Geschlechterbeziehungen. Ursprünglich Adligen vorbehalten,<sup>16</sup> ist mit der Herstellung und dem Vortrag von Minnesang ein besonderes Prestige verbunden. Das kommt immer wieder dann zum Ausdruck, wenn Walther in seiner Spruchdichtung mit politischem und moralisch-didak-

<sup>13</sup> Siehe hierzu den Einführungsband von Hahn (1986/2 1989).

<sup>14</sup> Vgl. Bumke (1986).

<sup>15</sup> Grundlegend zu diesem Werk mit Überblick der aktuellen Forschung Bumke (2006).

<sup>16</sup> Dies spiegelt sich überdeutlich in der ständischen Hierarchie wider, die als Aufbauprinzip dem *Codex Manesse* zugrunde liegt; siehe dazu Korrmumpf (1981).

tischem Inhalt mehr oder weniger direkt den Wunsch formuliert, auch (wieder) als Minnelyriker tätig zu sein.<sup>17</sup> Mit der Wahl des Hohen-Minne-Diskurses unterstreicht Walther die zentrale Bedeutung seines kritischen Entwurfes, er kann sich zugleich einer prominenten Zuhörerschaft sicher sein, und er rückt sich selbst in das entsprechende Licht – nicht ein Minor des Literaturbetriebs verschafft sich hier Gehör, sondern ein Sänger ersten Ranges. Zum anderen fungiert das Liebesthema im Kontext von Wandel und Veränderung, von Übergang und Alter, als stabilisierender Faktor. Walther fordert im „Sumerlaten“-Lied, dass sich bestimmte Gewohnheiten des Sprechens über die Liebe dem neu aufkommenden literarischen Geschmack anpassen müssen, er stellt konventionalisierte Regeln zur Disposition und lotet die Gattungsgrenzen aus. Der Gegenstand aber, nämlich die Verehrungswürdigkeit der *frouwe*, das Werbeverhalten des sehnsuchtsvollen Mannes, der Wunsch nach Nähe und Vereinigung, bleibt bestehen. Es handelt sich um anthropologische Konstanten, die das Miteinander der Geschlechter von Beginn an ausmachen und die von der Antike bis heute in der Literatur beschrieben, diskutiert und in immer wieder neue dichterische Formen gegossen werden. Walthers innovativer Impetus zielt mithin nicht auf den Inhalt selbst, sondern vielmehr auf die Ausgestaltungsvarianten, und hierin liegt bei allem Wunsch nach Veränderung ein sehr konservatives Element: Nur wenn die Ausdrucksformen mit der Zeit gehen, nur wenn die Bilder sich gemäß dem Imaginationspotenzial des anvisierten Publikums ändern, nur wenn die Sprache sich anpasst, um Verständlichkeit zu garantieren, ist das Fortleben des zu transportierenden Inhaltes gesichert – und damit die Fortexistenz der kulturellen Gemeinschaft, die sich über bestimmte Inhalte definiert. Walthers Forderung nach Neuerung entpuppt sich in diesem Sinne als Heilmittel gegen den drohenden Verlust kultureller Identität. Am Thema „Liebe“ lässt sich dies insofern besonders prägnant beziehungsweise geradezu plakativ demonstrieren, als es sich bei der Liebe um ein Grundelement menschlichen Daseins handelt, über dessen zentrale Bedeutung Konsens herrscht. Dass gleichwohl diskursiver Wandel zu epistemologischen Umbrüchen führt,<sup>18</sup> bleibt hier ausgeblendet.

In der Zusammenschau der divergierenden Handschriften, die Walthers Lyrik tradieren, gibt die variierte Präsentation des „Sumerlaten“-Liedes selbst ein Beispiel dafür, wie die Textoberfläche sich verändern kann, um den Inhalt auch in anderem sozialen Umfeld zu transportieren. In Handschrift E, dem *Hausbuch* des Würzburger Protonotars Michael de Leone,<sup>19</sup> findet sich in einem Corpus gemeinsam tradierter Minnelyrik Walthers und Reinmars auch das hier vorgestellte „*Lange swîgen*“, allerdings in variiertem Strophenfolge und mit zum Teil anderem Wortlaut. Die Drohstrophe III aus Handschrift C erscheint im *Hausbuch* als Strophe V am Schluss des Liedes und mit akzentuierter Aussageintention:<sup>20</sup>

*Owê, waz si flüeche lîden sol,  
swenne ich nû lâze mînen sanc!  
alle, die nû lebent, daz weiz ich wol,*

<sup>17</sup> Zu Walthers Doppelkompetenz als Minnesänger und Spruchlyriker siehe Hahn (1986), Ausgabe und Kommentierung der Spruchlyrik durch Schweikle und Bauschke-Hartung: *Walther von der Vogelweide. Werke. Gesamtausgabe*. Bd. 1: Spruchlyrik. Mitteldochdeutsch/Neuhochdeutsch (2009).

<sup>18</sup> Vgl. Foucault (1969).

<sup>19</sup> Siehe das Faksimile *Die Lieder Reinmars und Walthers von der Vogelweide aus der Würzburger Liederhandschrift 2° Cod. ms. 731 der Universitätsbibliothek München* (1972).

<sup>20</sup> Abdruck nach Bauschke (1999: 197).

*die scheltent denne ân mînen danc.  
tûsent herzen wûrden frô  
von ir gnâden, die des engelten, lâzen sie mich verderben sô.*

Ach, was sie an Verfluchungen erdulden wird,  
wenn ich nun mit dem Singen aufhöre!  
Alle, die leben, das weiß ich allzu gut,  
die schelten sie dann, ohne dass ich etwas dafür kann.  
Tausend Herzen könnten froh werden  
allein durch ihre Gnade. Sie werden dafür bezahlen, wenn sie mich jetzt nicht retten.

Vor allem zwei Varianten springen ins Auge: Erstens behauptet der Sprecher, dass nicht nur diejenigen, die jetzt noch die Dame loben, in Scheltreden verfallen werden, sondern alle Lebenden; zweitens sind die angekündigten Nachteile für das Publikum nicht Konsequenz eines trennenden Streites mit der Dame, sondern strafende Reaktion auf die Gesellschaft selbst, die den Sänger im Stich lässt. Damit erhält die Drohgebärde eine universelle Dimension, und der metapoetische Charakter wird deutlich hervorgehoben. Denn nicht allein auf die Dame konzentriert sich die Aggression, auch das Publikum wird fordernd in die Pflicht genommen. Somit lässt die Fassung des Würzburger *Hausbuches* keinen Zweifel daran, dass es im „*Sumerlaten*“-Lied primär um das Verhältnis von Dichter und Hofgesellschaft geht. – Diese Nuancierung passt zum gesamten Tenor, den Handschrift E zeigt: die Vereindeutigung von Textsinn.<sup>21</sup> Genuin hängt dies mit dem besonderen Ort der Überlieferung zusammen. Das *Hausbuch* enthält *qua* Gattung Wissenswertes zu ganz unterschiedlichen Themen der Haushaltsführung; das Spektrum reicht von Kochrezepten bis zu juristischen Erläuterungen, von Unterhaltungsliteratur bis hin zu Lehren und kleinen Weisheitsregeln. Ganz anders als die Hersteller des *Codex Manesse*, die sich speziell im Minnesang auskannten und die alte Kunst archivieren wollten, steht in der Würzburger Handschrift E die alltagstaugliche Gebrauchsfunktion im Vordergrund. Für eine im Minnesang weniger vorgebildete Leserschaft aber, die ein gut verständliches Vergnügen suchte, ist die doppelbödig Fassung des Liedes vermutlich zu komplex. Jemand – wer auch immer<sup>22</sup> – hat den Text verändert und damit anderen Funktionszusammenhängen geöffnet. Als Preis für die leichtere Rezipierbarkeit verliert der Text allerdings seine differenzierte Ambivalenz und partiell auch die Komplexität der verschiedenen Ebenen, auf denen der Autor in der Sänger-Rolle agiert.

Auf den entworfenen Gesamtzusammenhang bezogen ergibt sich daraus neuerlich die Erkenntnis, dass sich in jedem Artefakt das Gedächtnis einer Kultur manifestiert. Für handschriftlich tradierte Texte des Mittelalters potenziert sich dieses Phänomen noch, weil die einzelnen literarischen Werke im historischen Überlieferungsprozess nicht unbedingt Konstanz besitzen, sondern zumindest in der Oberflächenstruktur Veränderungen zeigen. Damit tragen sie den Wandel bereits in sich. Literarische Kunstwerke des Mittelalters können daher in besonderer Weise Auskunft über kulturelle Veränderungsprozesse geben – im vorliegenden Fall etwa Hinweise auf unterschiedliche soziale Trägerschichten und die poten-

<sup>21</sup> Darüber handelt Bauschke (2004).

<sup>22</sup> Grundsätzlich bleibt die Möglichkeit bestehen, dass Walthar selbst unterschiedliche Versionen eines Textes konzipiert hat beziehungsweise sich in den handschriftlichen Zeugnissen divergierende Vortragsfassungen erhalten haben. Es bleibt spekulativ, hier einen einzigen Verantwortlichen (zum Beispiel den Schreiber des *Hausbuches* als Interpolator) ausmachen zu wollen.

zielle Gebrauchsfunktion von Kunst. Es liegt an den Interpreten, die versteckten Indizien zu finden und die Indikatoren angemessen zu deuten. Dies bedeutet für eine Kulturwissenschaft, wie sie auch in Düsseldorf betrieben wird, dass hermeneutische Basiskompetenzen benötigt werden: an erster Stelle historische, kunsthistorische und philologische Grundkenntnisse und dann das Handwerkszeug, um das Wissen anzuwenden und die kulturellen Zeugnisse zu beurteilen. Ohne diese Grundlagen würde jede Kulturwissenschaft beliebig. Die Pflege der historischen und philologischen Wissenschaften ist Garant dafür, dieser Gefahr zu entgehen. Zugleich gibt die Beschäftigung mit den Texten des deutschen Mittelalters Auskunft über die Fremdheit der eigenen Kultur, und hieraus entfaltet sich ein ganz wesentlicher Nutzen: Nur wer die Alterität der eigenen Kultur im historischen Prozess wahrnimmt und anerkennt, gewinnt die notwendige Distanz, um kulturelle Phänomene der Jetztzeit angemessen zu beurteilen.

## Literatur

### Primärliteratur

*Die Lieder Reinmars und Walthers von der Vogelweide aus der Würzburger Liederhandschrift 2° Cod. ms. 731 der Universitätsbibliothek München*. I. Faksimile mit einer Einführung von Gisela KORNRUMPF. Wiesbaden 1972.

*Des Minnesangs Frühling*. Unter Benutzung der Ausgaben von Karl LACHMANN und Moriz HAUPT, Friedrich VOGT und Carl von KRAUS bearbeitet von Hugo MOSER und Helmut TERVOOREN. Bd. I: Texte. 38., erneut revidierte Auflage. Mit einem Anhang: Das Budapester und Kremsmünsterer Fragment. Stuttgart 1988.

*Walther von der Vogelweide. Leich, Lieder, Sangsprüche*. 14., völlig neubearbeitete Auflage der Ausgabe Karl LACHMANNs mit Beiträgen von Thomas BEIN und Horst BRUNNER. Herausgegeben von Christoph CORMEAU. Berlin und New York 1996.

*Walther von der Vogelweide. Werke. Gesamtausgabe*. Bd. 1: Spruchlyrik. Mitteldochdeutsch/Neuhochdeutsch. Herausgegeben, übersetzt und kommentiert von Günther SCHWEIKLE. 3., verbesserte und erweiterte Auflage herausgegeben von Ricarda BAUSCHKE-HARTUNG. Stuttgart 2009.

### Sekundärliteratur

BAUSCHKE, Ricarda (1999). *Die ‚Reinmar-Lieder‘ Walthers von der Vogelweide. Literarische Kommunikation als Form der Selbstinszenierung*. Heidelberg. (GRM-Beiheft; 15)

BAUSCHKE, Ricarda (2004). „Spiegelungen der sog. ‚Reinmar-Walther-Fehde‘ in der Würzburger Handschrift E“, in: Horst BRUNNER (Hrsg.). *Würzburg, der Große Löwenhof und die deutsche Literatur im Spätmittelalter. Tagung des Instituts für deutsche Philologie der Universität Würzburg. 9.–12. Oktober 2002*. Wiesbaden, 227–250. (Imagines medii aevi; 17)

BUMKE, Joachim (1986). *Höfische Kultur. Literatur und Gesellschaft im hohen Mittelalter*. München.

BUMKE, Joachim (2006). *Der ‚Erec‘ Hartmanns von Aue. Eine Einführung*. Berlin und New York.

FOUCAULT, Michel (1969). *L'archéologie du savoir*. Paris.

HAHN, Gerhard (1986/<sup>2</sup>1989). *Walther von der Vogelweide*. München und Zürich. (Artemis Einführungen; 22)

HAHN, Gerhard (1986). „Walther von der Vogelweide oder Ein Spruchdichter macht Minnesang“, in: Erich HUBER-THOMA und Ghemela ADLER (Hrsg.). *Romantik und Moderne. Neue Beiträge aus Forschung und Lehre. Festschrift für Helmut Motekat*. Frankfurt am Main u. a., 197–212.

- JAUSS, Hans Robert (1977). „Alterität und Modernität der mittelalterlichen Literatur“, in: Hans-Robert JAUSS. *Alterität und Modernität der mittelalterlichen Literatur. Gesammelte Aufsätze 1956–1976*. München, 9–48.
- KASTEN, Ingrid (1973). *Studien zu Thematik und Form des mittelhochdeutschen Streitgedichts*. Dissertation. Hamburg.
- KASTEN, Ingrid (1980). „*geteiltez spil* und Reinmars Dilemma MF 165,37. Zum Einfluss des altprovenzalischen dilemmatischen Streitgedichts auf die mittelhochdeutsche Literatur“, *Euphorion* 74, 16–54.
- KESTING, Peter (1965). *Maria-Frouwe. Über den Einfluss der Marienverehrung auf den Minnesang bis Walther von der Vogelweide*. München. (Medium Aevum; 5)
- KÖHLER, Erich (1970). „Vergleichende soziologische Betrachtungen zum romanischen und zum deutschen Minnesang“, in: Karl-Heinz BORCK und Rudolf HENSS (Hrsg.). *Der Berliner Germanistentag 1968. Vorträge und Berichte*. Heidelberg, 61–76.
- KORNUMPFF, Gisela (1981). „Heidelberger Liederhandschrift C“, in: *Die deutsche Literatur des Mittelalters. Verfasserlexikon*. Begründet von Wolfgang STAMMLER, fortgeführt von Karl LANGOSCH. 2. Auflage herausgegeben von Kurt RUH *et al.* Berlin und New York 1978 ff., hier Bd. 3, 584–597.
- MOHR, Wolfgang (1954). „Minnesang als Gesellschaftskunst“, *Deutschunterricht* 6, 83–107.
- TOUBER, Anton H. (2005). „Romanischer Einfluss auf den Minnesang: Friedrich von Hausen und die Hausenschule“, *Beiträge zur Geschichte der deutschen Sprache und Literatur (PBB)* 127, 62–81.
- ZOTZ, Nicola (2005). *Intégration courtoise. Zur Rezeption okzitanischer und französischer Lyrik im klassischen deutschen Minnesang*. Heidelberg. (GRM-Beiheft; 19)



## HENRIETTE HERWIG

### Altersliebe, Krankheit und Tod in Thomas Manns Novellen *Die Betrogene* und *Der Tod in Venedig*

Thomas Mann war ein Meister der literarischen Pathografie. Krankheit ist ein Leitmotiv seines Werks, Krankheiten prägen seine Figuren, „individualisieren“ sie.<sup>1</sup> Von den frühen Erzählungen über den *Tod in Venedig*, *Die Buddenbrooks*, den *Zauberberg* und *Doktor Faustus* bis zu *Die Betrogene*<sup>2</sup> kreist sein Schreiben um vorzeitiges Altern, Krankheit und Tod. Als er im Mai 1952 seine letzte Novelle beginnt, liegt die Überwindung seines Lungenkrebses durch eine erfolgreiche Operation in Chicago sechs Jahre hinter ihm. Er steht vor seiner letzten großen Lebenswende, der Rückwanderung nach Europa,<sup>3</sup> und hat noch drei Jahre zu leben. Die Ahnung davon teilt er seinem Tagebuch mit: „Gefühl der Auflösung, der Ratlosigkeit, des Abstiegs und Ruins erschüttert mehr und mehr meinen Nervenzustand [. . .].“<sup>4</sup> Angeregt durch Katja Manns Bericht vom Schicksal einer Münchener Aristokratin<sup>5</sup> unterbricht er die Arbeit am *Felix Krull* und beginnt mit der Niederschrift der *Betrogenen*. Sie ist sein literarisches Vermächtnis: eine „Novelle über den Tod unter den Erscheinungsformen der Liebe“<sup>6</sup> – darin jenem Vorläufertext verwandt, mit dem er 40 Jahre vorher schon einmal die Arbeit am *Felix Krull* unterbrochen hatte: dem *Tod in Venedig* (1913).<sup>7</sup> Die Hochstapelei wird in der frühen Novelle aus der Heiterkeit der Krull-Sphäre in die asketische Welt eines apollinischen Künstlers übertragen, in der späten in die häuslich-familiäre einer Düsseldorfer Oberstleutnantswitwe der *roaring twenties*. Beide Male wird sie mit dem Altern verknüpft. Gustav von Aschenbach ist – mit deutlichem Anklang an Goethes gleichnamige *Wanderjahre*-Novelle – ein Mann von 50 Jahren, Rosalie von Tümmler eine wohlerhaltene Frau Anfang 50, gebildet nach einer Fotografie Gertrud von Le Forts. Die Protagonisten beider Erzählungen haben die Lebensmitte bereits überschritten, verlieren sich an einen wesentlich jüngeren Geliebten und werden – wie als Strafe<sup>8</sup> für die späte Liebe – von einem überraschend frühen Tod ereilt. Das Objekt des Begehrens ist bei von Aschenbach der schöne Jüngling Tadzio; der Tabubruch liegt in der Homoeotik der Liebe und in ihrer Todesverfallenheit. Wider besseres Wissen warnt Gustav von Aschenbach die polnische Familie nicht vor der Cholera-Epidemie in Venedig und setzt

---

<sup>1</sup> Sprecher (2001: 1236).

<sup>2</sup> Die Bucherstaubausgabe der *Betrogenen* erschien 1953 im S. Fischer Verlag in Frankfurt am Main. Ich zitiere den Text nach Bd. 8 der *Gesammelten Werke in dreizehn Bänden* (1990a: 877–950); Seitenangaben mit dem Kürzel B beziehen sich auf diese Ausgabe.

<sup>3</sup> Vgl. Baumgart (1976: 99).

<sup>4</sup> Tagebucheintrag Thomas Manns vom 17. Mai 1952 (Tb 1951–1952: 215). Ich zitiere die Tagebucheinträge nach: Thomas Mann, *Tagebücher 1937–1955* (2003); Seitenangaben mit dem Kürzel Tb beziehen sich auf diese Ausgabe.

<sup>5</sup> Vgl. Tagebucheintrag Thomas Manns vom 6. April 1952 (Tb 1951–1952: 198 f.).

<sup>6</sup> Mayer (1980: 412).

<sup>7</sup> Ich zitiere den Text nach: Thomas Mann, *Der Tod in Venedig und andere Erzählungen* (1992: 7–87); Seitenangaben mit dem Kürzel TiV beziehen sich auf diese Ausgabe.

<sup>8</sup> Vgl. Schöblier (2000: 300).

damit den geliebten Knaben der Gefahr einer Ansteckung aus; der Alternde nimmt sogar mit Genugtuung Vorzeichen eines frühen Todes an dem Epheben wahr. Die Naturfreundin Rosalie von Tümmler wirkt im Gegensatz dazu fast aufdringlich lebensbejahend. In ihrem Fall besteht der Normbruch darin, dass sie sich in einen für ihr Alter viel zu jungen Mann verliebt, einen 24-jährigen Amerikaner mit parasitärem Verhältnis zu Europa, seiner Geschichte und seinen Frauen. Im *Tod in Venedig* variiert Thomas Mann ironisierend das Motiv des *senex amans*,<sup>9</sup> in *Die Betrogene* spielt er lustvoll mit dem *vetula*-Topos,<sup>10</sup> der Ausgrenzung der hässlichen, stinkenden Alten aus dem normativen ästhetischen Diskurs. Doch die Altersgrenzen überschreitende Liebe, die beim Mann toleriert würde, ist bei der Frau gesellschaftlich inakzeptabel, in der Oper fiele sie „ins komische Rollenfach“<sup>11</sup>. Das verleiht der späten Novelle im Unterschied zur frühen den tragikomischen Ton.

Für Rosalie von Tümmler ist die späte Leidenschaft aber nicht aus sozialen Gründen problematisch, sondern aus biologischen: Die Werbung einer alternden Frau um einen jungen Mann widerspricht ihrer Vorstellung vom weiblichen „Vollmenschentum“ (B 892). Dieses ist für sie an die Gebärfähigkeit der Frau gebunden und endet mit dem Verlust der Menstruation. Da Rosalie nur drei Lebensalter der Frau kennt, „Kind“, „Weib“ und „unfähige Alte“ (B 890), hängt für sie an der Monatsblutung das Daseinsrecht der Frau: „Wenn es uns nicht mehr geht nach der Weiber Weise, dann sind wir eben kein Weib mehr, sondern nur noch die vertrocknete Hülle von einem solchen, verbraucht, untauglich, ausgeschieden aus der Natur.“ (B 891 f.) Alterssexualität nach dem Ende der Reproduktionsphase liegt jenseits ihres Vorstellungsvermögens. Im Gedanken an ihren selbstverständlich untreuen verstorbenen Mann betont sie auch die Geschlechterdifferenz des Alterns:

Was sind auch fünfzig Jahre für einen Mann? Ein bißchen Temperament vorausgesetzt, hindern die ihn noch lange nicht, den Schwerenöter zu machen, und mancher hat Glück mit grauen Schläfen bei ganz jungen Mädchen. Aber uns Frauen sind alles in allem fünfunddreißig gesetzt für unser Blut- und Weibesleben, für unser Vollmenschentum, und wenn wir fünfzig sind, da sind wir ausgedient, da erlischt unsere Fähigkeit, zu gebären, und vor der Natur sind wir bloß noch Gerümpel. (B 892)

Offenbar ist Rosalies Bewusstsein von einem misogynen Weiblichkeitsdiskurs kolonialisiert, der in der Antike beginnt, von Schopenhauer radikalisiert wird und über Nietzsche, Paul Möbius und Otto Weininger bis zu Sigmund Freud reicht, ja sogar noch die kritische Kulturgeschichte des Alters von Simone de Beauvoir<sup>12</sup> bestimmt. Schon in der achten Epode des Horaz findet sich die Behauptung, dass ein altes Weib sich vergeblich bemühe, den Mann sexuell zu erregen, da es nur seinen Abscheu hervorrufe.<sup>13</sup>

Rosalie hat auch die Doppelmoral der wilhelminischen Gesellschaft internalisiert, die beim Mann als Kavaliersdelikt toleriert, wofür sie die Frau sozial ächtet: Altersgeilheit und erotische Freizügigkeit. Oberstleutnant von Tümmlers „Abweichungen von der Richtschnur ehelicher Treue“ werden vom Erzähler als „Merkmal überschüssiger Rüstigkeit“ (B 877) gewertet, eine Beschönigung der sexuellen Libertinage des Offiziersstands, die

<sup>9</sup> Vgl. Frenzel (2008: 1–11).

<sup>10</sup> Zum Ekel erregenden Anblick der hässlichen Alten vgl. Menninghaus (2002: 132–143) und Schöblier (2000: 293 ff. und 299 f.).

<sup>11</sup> Mayer (1980: 412).

<sup>12</sup> Vgl. Beauvoir (2000).

<sup>13</sup> Vgl. Horatius Flaccus (2019: 254 f.).

Rosalie auch als Frau verinnerlicht hat. Als ihre kluge Tochter Anna ihrer misogynen Berufung auf die Natur dann aber die Kultur entgegensetzt, die „Würde“ der älteren Frau und die „Ehrerbietung“ gegenüber der „Matrone“ (B 892), zeigt sich, dass Rosalies Selbstentwertung zum „Gerümpel“ die kokette Maskerade einer Selbsterhöhung ist. Hinter ihr verbirgt sich die Hoffnung auf ein neues Liebesglück und das Liebäugeln mit dem Alters- und Geschlechtsrollentausch. Nicht nur Selbstbild und Fremdbild, auch vorgespieltes und faktisches Selbstbild fallen auseinander. Rosalie, die – trotz ihrer grauen Haare und den Altersflecken auf den Händen – „lebendige[.] braune[.] Augen“ (B 878) hat, will von Anna nicht auf die Matronenrolle festgelegt, sondern in ihrer Jugendlichkeit bestätigt werden. Als Reaktion auf den unerwünschten Trost der Tochter bekennt die Mutter eine Diskrepanz zwischen Körper und Seele, biologischem und gefühltem Alter. Der Grund für diesen Widerspruch ist Annas „stillere, besorgter Beobachtung“ (B 893) auch nicht entgangen: Es ist Ken Keaton, ein junger, „vom Kriege herbeigeführte[r] Amerikaner“ (B 893), der seit kurzem in der Villa der Mutter verkehrt, weil er dem 17-jährigen Sohn des Hauses Englischunterricht erteilt. In Kens Nähe fühlt Rosalie sich von „ungeheurer Süßigkeit“ (B 909) überströmt. Die damit verbundenen Hoffnungen glaubt sie sich zunächst verbieten zu müssen, weil sie den Zeitpunkt des Einsetzens der Menopause schon überschritten hat. Doch der Gedanke an das Lachen der Sara über die ihr von Gott verheißene späte Schwangerschaft (*Genesis* 18) gibt Rosalie den Mut, ihrerseits an ein Zurückdrehen der biologischen Uhr zu glauben: „Ich, ich will nicht gelacht haben. Ich will glauben an das Wunder meiner Seele und Sinne [. . .].“ (B 903) Indem sie dem Lachen der Sara einen das biblische Original verkehrenden Grund unterlegt, subvertiert sie es: „Welcher Frau müßte denn nicht der Gedanke zum Lachen sein, mit einem Neunundneunzigjährigen Wollust zu pflegen [. . .]. Mein Herr aber ist jung, blutjung, und wieviel leichter und lockender muß mir der Gedanke –“ (B 918). In *Genesis* 18 wird Gottes Wille im Dienst der Erhaltung einer patriarchalischen Genealogie gegen den Widerstand der Greisin durchgesetzt. Rosalie erhebt ihren Wunsch zum Willen der Natur. War sie in ihrer Ehe mit Oberstleutnant von Tümmeler immer nur die Begehrte, so erlebt sie sich jetzt erstmals selbst als Begehrende. Damit tauscht sie den Objektstatus der Frau gegen den Subjektstatus, unterläuft die herrschende Sexualmoral und beansprucht die Unbegrenztheit des Geschlechtslebens auch für sich als Frau – ein Akt gelungener Emanzipation, rief er nicht auch Gefühle der Eifersucht und die Scham des Alters vor der Jugend auf den Plan. Um trotzdem um den jungen Mann werben zu können, muss Rosalie sich nämlich selbst überlisten und an das „Naturwunder“ (B 903) des Wiedereinsetzens der Regelblutungen aus Liebe glauben – als habe die Seele dem Körper die Abläufe diktiert. Der Körper muss sie wieder zum „Vollweib“ machen, womit der misogynen Weiblichkeitsdiskurs nicht außer Kraft gesetzt, sondern erneut bestätigt wird. Als ihre Blutungen tatsächlich wieder einsetzen, erlaubt ihr das, die Alters- und Geschlechtsrollen zu tauschen, ohne ihre Vorstellung von Alterssexualität revidieren zu müssen. Sie nimmt eine männliche Altersperformanz an. Ihrem wunschgelentken Idealismus setzt ihre behinderte Tochter dann aber den nüchternen Materialismus entgegen: „[E]s ist der Körper, der sich die Seele schon bildet nach seinem Stande.“ (B 893) Obwohl Anna die Mutter bemuttert, lässt sie sich nicht auf die Rede vom Anspruch des Herzens ein: „Herz ist sentimentaler Schwindel. Man soll nicht Herz nennen, was ganz etwas anderes ist“ (B 910 f.): Sinneslust, Aufbegehren der Sexualität. Anna ist „die Vertraute“ der Mut-

ter und deren „Ratgeberin“, durch ihren Klumpfuß<sup>14</sup> „gleichfalls eine Betrogene“<sup>15</sup>. An sie wird alles Geistige, Kreative, Künstlerische delegiert. Die Unterdrückung ihrer Sinnlichkeit zeigt sich in ihrer Vorliebe für den Kubismus: Zum Ärger Rosalies schlägt ihre Malerei „eine höchst geistige, die bloße Naturnachahmung verschmähende, den Sinnes-eindruck ins streng Gedankliche, abstrakt Symbolische, oft ins kubisch Mathematische transfigurierende Richtung“ (B 879) ein. Im Gegensatz zu Gustav von Aschenbach, der diese Fähigkeit zunehmend verliert, schafft Anna von Tümmeler es aber noch, den Trieb über die Kunst zu sublimieren.

Als es zu einer längeren Aussprache zwischen Mutter und Tochter kommt, zeigt sich der Unterschied ihrer Wahrnehmung des jungen Amerikaners. Wo Rosalie einen „außergewöhnliche[n] Mensch[en]“ erkennt, „das Herrlichste an junger Männlichkeit“ (B 913), was ihr je vor die Augen gekommen ist, sieht Anna nur Durchschnitt, „herzlich wenig bemerkenswert“ (B 893). Die eine hat die Liebe, die andere das Wissen. Das weibliche Geschlecht erhält so, „wenn auch [...] auf zwei Wesen verteilt, mit Rosalie den Körper, mit Anna den Kopf und damit ein Anrecht auf den ganzen Menschen“<sup>16</sup>. Anna versucht zunächst, der Mutter den Geliebten auszureden: Sie ruft ihr seinen körperlichen Defekt, die fehlende Niere, ins Gedächtnis. Indem sie betont, dass Ken „körperlich nicht ganz komplett“ (B 914), ein Kriegsinvalid, sei, fällt Fräulein von Tümmeler aber zugleich ein Urteil über sich selbst. Implizit deutet sie damit auch an, dass der junge Amerikaner besser zu ihr, der Behinderten, passen würde als zu ihrer Mutter. Auf diese Bedeutungsdimension ihres Einwands geht Rosalie aber nicht ein: „Ken kein ganzer Mensch! Mein armes Kind, der ist komplett bis zur Herrlichkeit und kann spielend auf eine Niere verzichten [...]“ (B 914) Nach dieser Zurückweisung der Sicht der Tochter wechselt Rosalie das Thema und verlangt eine Antwort auf die Frage, ob Ken Annas Meinung nach ein Verhältnis mit einer anderen Frau unterhalte, vielleicht sogar mit zweien, „wozu er durchaus komplett genug wäre“ (B 915). Über diesen quälenden Zweifel kann Anna ihre Mutter zwar beruhigen, aber nur, um sie zu bitten, sich aus ihrer „absurden Verzauberung zu befreien“ (B 915). Anna fällt auch die geliebene Sprache auf, mit der die Mutter den Volksbrauch des „Schmackostern[s]“ (B 901), den „Schmerzensfrühling“ (B 915) und das „Ostern [ihrer] Weiblichkeit“ (B 930) preist. Verblendet, wie sie ist, fasst Rosalie ihre Leidenschaft in Worte, die „gleichermaßen christologisch, dionysisch und vegetationstypologisch geprägt“<sup>17</sup> sind, ohne die explosive Mischung der Diskurse zu bemerken. Wenn sie mit ihrem genuinen Interesse an weiblichen Körpervorgängen im Reinen ist, spricht sie rheinischen Dialekt! Für Anna wird deshalb auch die fremde Sprache im Munde der Mutter zum Zeichen von deren Selbstentfremdung. Sie bittet die Mutter, das Objekt des Begehrens aus ihrem Gesichtsfeld zu entfernen, entweder Ken zum Verlassen der Stadt zu bewegen oder selbst zu gehen: „Und du genießt dann im Taunus die liebe Natur und bist wieder unsere alte, liebe Mama.“ (B 918) Natürlich schlägt der Versuch, Rosalie bei ihrer Naturbegeisterung abzuholen und auf die Mutterrolle zu verpflichten, fehl. Kein Liebender lässt sich seine Liebe ausreden, auch Rosalie nicht. Und vielleicht hat sie sogar Recht, wenn sie

<sup>14</sup> Für Bachofen (1926a, Bd. 2: 201 f.) ist der Klumpfuß ein hetärisch-tellurisches Symbol. Im Mittelalter gilt er als Attribut des Teufels; vgl. Bächtold-Stäubli *et al.* (1931/1932: 57).

<sup>15</sup> Mayer (1980: 425).

<sup>16</sup> Runge (1998: 151).

<sup>17</sup> Marx (2002: 317).

sich empört: „Wohin verirrt sich deine Fürsorge! Du sprichst von der lieben Natur, aber du schlägst ihr ins Gesicht mit deinen Zumutungen [. . .].“ (B 918) Hier wehrt sich eine Frau gegen die Zuschreibung stereotyper Altersrollen. Seit sie sich ihrer – durchaus ödipalen – Liebe zu Ken Keaton bewusst geworden ist, weiß sie, was sie in ihrem bisherigen Leben verpasst hat. Fest entschlossen, das Versäumte nachzuholen, lässt sie sich davon auch von ihrer irritierten Tochter nicht abbringen. Schließlich hat deren Sorge auch Züge von Kontrolle und Machtanspruch. Rosalies Widerstand gegen die Normierung des sozialen Alters geht so weit, dass sie der Tochter mit völligem Liebesentzug droht: „[W]enn du Ken überredetest, fortzuziehen, – ich glaube, ich würde dich hassen bis in den Tod!“ (B 918 f.) Nach dieser Eröffnung kann Anna nur noch Baldrian verordnen. Trotzdem wagt sie noch den Vorschlag, die Zärtlichkeit für Ken „aufs Mütterliche abzustellen“ (B 919). „Das Mütterliche – das ist ja denn auch wohl so etwas wie der Taunus . . .“ (B 920), entgegnet Rosalie und zieht bei nächster Gelegenheit aus der „Travestie“ (B 920) dieses Ratschlags ihren Nutzen:

Und du, Söhnchen, nimm von Mama Rosalie einen ernsten Verweis und laß dir sagen, daß ihr Haus nur Leuten von gesetzten Sitten und nicht Nachtvögeln und Bierinvaliden offensteht, [. . .] besserst [du] dich nicht, [. . .] so verweise ich dich aus der Stadt [. . .]. Ich schicke dich an einen stillen Ort im Taunus, wo zwar die Natur sehr schön ist, es aber keine Versuchungen gibt [. . .]. (B 921)

Mit diesen Worten fasst Rosalie den jungen Geliebten nach einer seiner „Altbierreise[n]“ (B 920) am Ohr läppchen, genießt seine Nähe und gibt der Tochter gleichzeitig mit verschmitzten Blicken zu verstehen, was sie von der Mutterrolle hält: natürlich nichts – eine Subversion der normativen Altersrolle durch ironische „Hyperaffirmation“<sup>18</sup>. Je mehr Argumente Anna vorbringt, die gegen eine Verbindung der Mutter mit Ken Keaton sprechen, desto vehementer verteidigt Rosalie ihren angeblich naturgewollten Glücksanspruch. Mit entwaffnender Ehrlichkeit macht sie deutlich, dass sie keineswegs an Heirat denkt. Rosalie träumt von einer Affäre. Ihren sonst eher konservativen Normen zum Trotz beruft sie sich dabei auf die freieren Sitten der „Republik“ (B 927), für Thomas Mann ein Rückfall in den Hetärismus, den Bachofen mit „der wilden Vegetation der Mutter Erde“, dem „Sumpfleben“, analogisiert und damit der *Sumpfstufe* der Kultur zuordnet.<sup>19</sup> Der Tochter gegenüber erhebt Rosalie damit zugleich den Vorwurf, trotz der Liebe zur avantgardistischen Kunst in Fragen der Moral eine Philisterin zu sein: „[W]er ist denn die Künstlerin von uns beiden, – ich oder du?“ (B 927) Die Liebessehnsucht macht Rosalie ungewöhnlich beredt. In Verteidigung ihres Triebanspruchs setzt sie sich spielend über alle Konventionen hinweg, die ihr Leben bisher bestimmt haben, selbst über den Ehrenkodex, der ihren Sohn, der ja auch der Sohn eines wilhelminischen Offiziers ist, im Fall, dass seine Mutter beleidigt würde, unter Umständen dazu zwänge, sich für sie zu duellieren. Nur als Anna der Mutter einen Konflikt zwischen „Leben und angeborener sittlicher Überzeugung“ (B 929) voraussagt, gibt das Rosalie zu denken.

Trotz der Vertrautheit zwischen Mutter und Tochter, die ein Gespräch über so heikle Fragen ermöglicht, ist ihre Beziehung keineswegs ungetrübt. Annas Sorge um die Mutter ist nicht frei von Neid auf deren spätes Sinnenglück, umgekehrt beneidet Rosalie die

<sup>18</sup> Mit terminologischen Anleihen bei Judith Butler: Haller (2005: 53).

<sup>19</sup> Vgl. Bachofen (1926b: 34) sowie Elsaghe (2004: 162 f.).

Tochter offen um eine Gebärfähigkeit,<sup>20</sup> die dem „alternde[n] Mädchen“ (B 923) gar nichts nutzt. Dass Anna unverheiratet geblieben ist, kommt der Mutter gelegen, weil sie mit der Tochter, ihrer einzigen Freundin, zusammenleben will. In Rosalies Neigung, der Tochter von den Segnungen der Natur vorzuschwärmen, obwohl diese von ihr doch benachteiligt worden ist, steckt sogar ein „Schuß Grausamkeit“<sup>21</sup>. Während die *junge Alte* zu viel vom Leben erwartet, erwartet die *alte Junge* zu wenig. Sie hat früh resigniert und panzert sich mit Kälte, Rationalität und Abstraktion gegen die Versuchungen des Geschlechts. Ihre Liebe gilt der abstrakten Malerei. Im Kubus kehrt das Verdrängte, ihr Klumpfuß, aber wieder.

Trotz dieser Ambivalenzen gibt der Text am Ende Anna Recht. Denn über nichts befindet die Naturfreundin Rosalie sich so drastisch im Irrtum wie über ihre eigene Natur.<sup>22</sup> Was Rosalie als „Heimsuchung“ (B 903), blasphemisch als „Ostern“ ihrer „Weiblichkeit“ (B 930) begrüßt, ist für Anna das Zeichen ihrer „Zerstörung“ (B 917). Selbst für den Erzähler hat der Glanz in den Augen der beim Anblick von Kens nackten Armen *erschütterten* Mutter „etwas fieberhaft Heißes“ (B 908). Das Fieber ist hier wörtlich zu verstehen, nicht metaphorisch. Denn der „Jungbrunnen“ (B 909), um den die Damen der Gesellschaft die aufgeblühte, scheinbar verjüngte Rosalie beneiden, ist die tödliche Krankheit, die sich dem klinischen Blick am Schluss „im weißen Licht der Bogenlampen“ (B 949) präsentiert: ein Gebärmutterkrebs in hoffnungslos weit fortgeschrittenem Stadium. An der Stelle, an der im *Märchen von Amor und Psyche* der Gott Amor selbst in Erscheinung tritt,<sup>23</sup> findet sich hier die Sprache der medizinischen Diagnostik: „[n]enne ich ausgedehnten Befund“ (B 948). Statt einer Epiphanie des Liebesgotts erscheint der Tod am Horizont. „Wir operieren aber doch, Knepperger“ (B 948 f.) – natürlich, sonst wäre Professor Muthesius ja überflüssig! Einfach nur schließen könnte die Bauchdecke auch sein Assistent. „Die Totalexstirpation bis zum letzten Bindegewebe im kleinen Becken und zu allem lymphatischen Gewebe kann allenfalls Lebensverlängerung bringen“ (B 949), so rechtfertigt der Chirurg eine Operation, für die es offensichtlich zu spät ist. Wie so oft im Werk Thomas Manns zeigt sich die „therapeutische Ohnmacht und Ineffizienz“<sup>24</sup> der Ärzte. Bei einem Krankheitsbild wie diesem kommen sie an die Grenzen ihrer Kunst: „Das kann man nicht alles herauschneiden. Wenn Sie zu bemerken glauben, daß das Zeug auch in beide Harnleiter schon metastatisch hineingewachsen ist, so bemerken Sie recht. Die Urämie kann nicht lange säumen.“ (B 949) Eine fast schon genüssliche Exekution! Von einer lustspielhaften Behandlung des *vetula*-Topos sind wir jetzt weit entfernt. Selbst die Wassermetaphorik, in die Rosalie ihre verklärten Vorstellungen von Sexualität und Fruchtbarkeit gekleidet hat, das Fließen und Strömen, taucht in der Sprache der Differentialdiagnostik wieder auf:

[...] ich leugne gar nicht, daß die Gebärmutter das Freßgezücht selbst produziert. Und doch rate ich Ihnen, meine Vermutung zu übernehmen, daß die Geschichte vom Eierstock ausging, – von unbenützten granulösen Zellen nämlich, die seit der Geburt da manchmal ruhen und nach dem Einsetzen der Wechseljahre durch Gott weiß welchen Reizvorgang zu maligner Entwicklung kommen. Da wird denn der Organismus, post festum [...] mit Estrogenhormonen übersättet,

<sup>20</sup> Vgl. Gross (2002: 185).

<sup>21</sup> Runge (1991: 111).

<sup>22</sup> Vgl. Szendi (1993).

<sup>23</sup> Vgl. Apuleius (1988: 50 f.).

<sup>24</sup> Sprecher (2001: 1238).

überströmt, überschwemmt, was zur hormonalen Hyperplasie der Gebärmutter-Schleimhaut mit obligaten Blutungen führt. (B 949)<sup>25</sup>

Das ist die materialistische Erklärung für Rosalies idealistisches „Ostern“ ihrer Weiblichkeit. Aber in der Formulierung „durch Gott weiß welchen Reizvorgang“ verbirgt sich ein unerklärlicher Rest. An dieser Stelle muss sogar der Professor für Gynäkologie „Gott“ bemühen. Hier endet die Sprache der Medizin. War der unbekannte „Reizvorgang“, der die „maligne Entwicklung“ der Zellen provoziert hat, doch die Liebe? Ist der Krebs die Ursache der Altersliebe oder die Altersliebe der Reizauslöser für den Krebs? Mit dieser Ambivalenz lässt der Text uns allein. Thomas Mann gestaltet in der *Betrogenen* den denkbar krassesten Gegensatz von Sein und Schein: den „Betrug der Natur“ an einer alternden Frau, die sich mit der „Lebensrute“ (B 922) geschlagen fühlt, wo sie schon Todesstreiche empfängt, diese Täuschung aber als „Güte und Gnade“ (B 950) erlebt.

Bevor der Morbismus des Körpers bis zum bitteren Ende getrieben wird, schickt der Autor seine Heldin aber noch auf eine Hadesfahrt:<sup>26</sup> auf einen Ausflug nach Schloss Holterhof<sup>27</sup> in Begleitung von Anna, Eduard und Ken. Während die Gespräche zwischen Mutter und Tochter keine Entsprechung im *Tod in Venedig* haben – Gustav von Aschenbach muss das Abgleiten ins Dionysische mit sich allein ausmachen –, weist Rosalies Ausflug nach Schloss Holterhof große Ähnlichkeit mit seiner Annäherung an Venedig auf dem Seeweg auf, mit seiner den Tod antizipierenden Gondelfahrt. Von der Entscheidung, sich dem Schloss im gemieteten Boot „zu Wasser“ (B 938) zu nähern, über Rosalies Hingabe an den „Wasserwind“ (B 939), die Charonsgestalt, die sie – wie im Mythos verlangt – selbst entlohnt, über die Sumpfpfyzypressen im Park, die schwarzen Schwäne, den dumpfen Geheimgang des Schlosses und sein modriges Lustgemach weist jedes Detail dieser Schloss- und Parklandschaft voraus auf ihren baldigen Tod: „[I]ch will dir ja gehören, aber im Moder nicht“ (B 946). Ein Satz voll böser Ironie: Sie befindet sich schon im Moder, weiß es aber noch nicht.

Von Aschenbachs Leib verfällt der Cholera, mit der er sich ebenso wissentlich infiziert wie Adrian Leverkühn mit der Syphilis; Frau von Tümmler stirbt an Krebs. Im *Tod in Venedig* dient der „Fall von Knabenliebe bei einem alternden Künstler“<sup>28</sup> der Reflexion über den Zusammenhang von Dekadenz und Kunst. Rosalie von Tümmler, keineswegs eine Künstlerin, nicht einmal von künstlerischem Sachverstand, lässt nichts zurück als ihr versöhnliches letztes Wort: „Die Natur – ich habe sie immer geliebt, und Liebe – hat sie ihrem Kinde erwiesen.“ (B 950) In beiden Texten wird das Motiv der späten Leidenschaft mit dem des ungleichen Alters verknüpft. Beide, der *verliebte Alte* und die *verliebte Alte*,

<sup>25</sup> Diese medizinischen Hypothesen hat Thomas Mann nahezu wörtlich dem Antwortbrief von Frederick Rosenthal vom 11. Mai 1952 auf seine Anfrage nach dem Verlauf von Gebärmutterkrebs entnommen. Die Quelle findet sich unter den Dokumenten zu seinem Tagebucheintrag vom 12. Mai 1952 (Tb 1951–1952: 843–846).

<sup>26</sup> Vgl. Heydenreich (1972).

<sup>27</sup> Als Vorlage für die Topografie der Parklandschaft und des Schlosses diente Thomas Mann das ihm zum Zeitpunkt der Niederschrift des Textes noch nicht bekannte Schloss Benrath bei Düsseldorf, das er erst nachträglich, bei seiner Reise nach Köln und Düsseldorf vom 29. August 1954, besichtigen konnte. Vgl. die Tagebucheinträge vom 2., 4. und 5. Februar 1953 (Tb 1953–1955: 21 f.). Unter dem Datum des 4. Februar werden auch die „Düsseldorfer Prospekte“ erwähnt, unter denen sich das Heft 5 der Zeitschrift *Merian* (4 [1951]) befunden haben muss, in dem unter der Überschrift „Schloßzauber“ Auszüge aus Emil Barths autobiografischem Roman *Der Wandelstern* (Hamburg 1939) abgedruckt worden waren, die Thomas Mann zum Teil übernahm. Vgl. Nette (1962).

<sup>28</sup> Mann (1961: 90).

setzen sich – wie der 73-jährige Goethe in Marienbad – der Gefahr der Entwürdigung aus. Beide werden von Charons-Gestalten geleitet. Beide bezahlen ihr unzeitgemäßes Begehren mit dem Tod.

Doch wie ungleich ist dieser Tod! Bevor Gustav von Aschenbach, die Augen fest auf Tadzio gerichtet, unter seiner Schminke verscheidet, schreibt er unter dem Eindruck der Schönheit des Knaben „jene anderthalb Seiten erlesener Prosa [. . .], deren Lauterkeit, Adel und schwingende Gefühlsspannung [. . .] die Bewunderung vieler erregen sollte“ (TiV 55). Eros führt ihm die Feder, Schönheit erhebt seinen Geist. Was er an Alterswürde verliert, gewinnt er an künstlerischer Meisterschaft. Doch Thomas Mann weiß sehr wohl: „Die Würde rettet allein der Tod [. . .].“<sup>29</sup> Von der Entwürdigung des Künstlers, der auch von Aschenbach sich nicht entziehen kann, bleibt zwar nicht die durch das hyperbolische Lob ironisierte klassizistische Kunst seiner letzten Stunden, wohl aber die Kunst an sich, die Kunst als genuin humanes Ausdrucks- und Darstellungsmittel verschont. Gegen das abgewehrte Dionysische, das von Aschenbach im Sterben einholt, setzt sich so doch das Apollinische durch, das lange Zeit lebensbestimmende Gegenprinzip. Auch wenn Thomas Mann „die Meisterhaltung Aschenbachs“ der „Lüge“, seinen neuklassischen „nationalpädagogischen Ehrgeiz“ des Narrentums überführt,<sup>30</sup> bewahrt er den Geistesmenschen doch vor dem Absinken auf die Stufe der Kreatur.

Bei von Aschenbach verläuft nur die Schminke, bei Frau von Tümmler zwingt der Autor uns den erkältenden Blick ins Innere des moribunden Körpers auf. Rosalie wird buchstäblich von innen zerfressen. Der Tod hat sich dort eingenistet, wo sie gern noch ein „Lebensfest“ (B 890) gefeiert hätte, in ihren Geschlechtsorganen. Statt eines Kindes bringt sie ein „,tödliches Freßgezücht‘ zur Welt“<sup>31</sup>. Als Überschwemmung des Körpers mit Geschlechtshormonen ist ihr spätes Begehren selbst Teil des pathologischen Befunds. Für die Ärzte scheint klar: Wenn eine alternde Frau noch einmal liebt, ist sie krank! Was als Emanzipation von Geschlechtsrollennormen und Altersstereotypen gewertet werden könnte, macht der Text zum Ergebnis hormoneller Vorgänge. Damit wird Rosalie bis zum Schluss auf ihren Körper reduziert. Sein rapider Verfall wird durch keine Geistesgröße kompensiert. Frau von Tümmler rettet kein „Wille[.] zur Form“<sup>32</sup>. Ihrer selektiven Wahrnehmung zeigt sich nur die „lebensspendende[.] Kraft der Natur“<sup>33</sup>; dass sie den Tod dabei ausblendet, merkt sie erst, als sie stirbt.

Für Rosalies krankes Geschlecht liefert der Text auch ein Ekel erregendes Natursymbol: ein „in der Sonne kochendes, mit Schmeißfliegen dicht besetztes [. . .] Unrathäufchen“ (B 887), von dem sie sich aufgrund seines Moschusgeruchs auf einem ihrer Spaziergänge angezogen fühlt, bis sie erkennt, dass der betörende Duft von einer Anhäufung von Exkrementen, faulen Pflanzen und einem verwesenen Tierkadaver ausgeht. Naturbilder dieser Drastik bleiben von Aschenbach erspart. Verständlicherweise, denn kulturhistorisch sind Gestank und Ekel die Attribute der *vetula*. Intertextuell ist die Beschreibung des widerwärtigen Phänomens von Baudelaires Ästhetik des Hässlichen inspiriert, besonders von

<sup>29</sup> Vgl. Thomas Manns „Arbeitsnotizen zum *Tod in Venedig*“ in Reed (1983: 87).

<sup>30</sup> Vaget (21995: 588).

<sup>31</sup> Görner (2005: 136).

<sup>32</sup> Pütz (1988: 11).

<sup>33</sup> Runge (1998: 146 f.).



seinem Gedicht „Une charogne“.<sup>34</sup> In ihm wird der verwesende Körper „mit der begehrten Frau analogisiert“, in Manns Novelle entfacht er vordergründig nur ein Gespräch zwischen Mutter und Tochter über synästhetische Wirkungen der Natur, hintergründig stiftet er aber auch hier einen „Konnex von Weiblichkeit und Verfall“<sup>35</sup>. Mit dem „Unrathäufchen“ nimmt der Text den Krebstod Rosalies symbolisch schon vorweg, erklärt er die Alternde zum Abfall der Natur.

„Moschus“ geht auf das altindische Wort „muschkas“ zurück und bedeutet „Hoden“.<sup>36</sup> Der Duftstoff stammt aus den Geschlechtsdrüsen des Moschushirsches.<sup>37</sup> Einen olfaktorischen Reiz von so „zweideutige[r] Übergänglichkeit“ (B 887) lehnt die sonst naturverliebte Frau von Tümmler ab. Der aphrodisische „Götterduft“ (B 885) der Rosen ist ihr lieber. Wie der Major in Goethes Novelle *Der Mann von fünfzig Jahren* unter dem Eindruck von Hilaries Liebe „an die Wiederkehr seines eignen Frühlings“ zu glauben beginnt, als er in der Frühlingpracht des Gartens „so viele alte Bäume sich wieder belauben“ sieht,<sup>38</sup> verweilt auch Rosalie gern bei ihrem wackeren „Alte[n]“, einer 100-jährigen Eiche, die jeden Frühling wieder ausschlägt, obwohl ihr Stamm „mit Zement plombiert“ (B 888) ist. Das „Unrathäufchen“ entspricht dem biologischen Alter, der „wackere Alte“ dem gefühlten Alter Rosalies. Während sie bei diesen zwei Naturbildern nur die Differenz sieht, kommt sie dem Zusammenhang von Leben und Tod bei einem anderen Naturphänomen näher: Verblüfft bemerkt sie die Ähnlichkeit des Krokus mit der Herbstzeitlose (Abb. 1): „Es ist ja so gut wie dieselbe Blume! Ende und Anfang – man könnte sie verwechseln, so ähneln sie einander [...]“ (B 934)<sup>39</sup> Auf den Gedanken, dieses Bild auf sich selbst zu beziehen, kommt sie hingegen nicht.

In welchem Zusammenhang steht der Unterschied der Darstellungsweisen der zwei themenverwandten Novellen mit der Geschlechterdifferenz der Protagonisten? Reduziert Thomas Mann die Frau auf die Physis, während er dem Mann die Überwindung der Materie durch den Geist zugesteht? In seinem „Theodor Storm“-Essay findet sich ein Satz, der diese Vermutung zu bestätigen scheint: „Wenn der Tod immer dasselbe ist, so bedeutet er doch nicht immer dasselbe, er hat ungleiches metaphysisches Gewicht. Schon die Frau stirbt ideell leichter als der Mann, denn sie ist mehr Natur als er und weniger Individuum.“<sup>40</sup> Dazu passt, dass es auch eine Altersnovelle Storms war, die Thomas Mann zur *Betrogenen* inspirierte: *Ein Bekenntnis* (1887/1888). „Carcinoma“<sup>41</sup> als Todesursache war in ihr schon vorgebildet. In Storms *Bekenntnis* legt ein vorzeitig gealterter Arzt – er ist Ende 30, sieht aber aus wie 50 – vor einem Freund ein Geständnis ab: Er hat seiner an Gebärmutterkrebs erkrankten Frau Sterbehilfe geleistet, um sie von ihrer Qual zu erlösen, danach aber von einer neuen Heilmethode erfahren, die sie hätte retten können: der Exstirpation der Gebärmutter. Die medizinische Zeitschrift, in der sich der Artikel einer

<sup>34</sup> Vgl. Baudelaire (21989: 110 f.).

<sup>35</sup> Schöblier (2000: 297).

<sup>36</sup> Vgl. Schöblier (2000: 294).

<sup>37</sup> Vgl. Sauermost (2002: 355 f.).

<sup>38</sup> Goethe (1982: 170).

<sup>39</sup> Von diesen Sätzen inspiriert hat Martin Kausche für die Buchausgabe der *Betrogenen* die Umschlagzeichnung mit den zwei Blumen (Abb. 1) entworfen, die Thomas Mann gefiel. Vgl. seinen Tagebucheintrag vom 7. Juli 1953 (Tb 1953–1955: 82).

<sup>40</sup> Mann (1990c: 266).

<sup>41</sup> Storm (1988: 608).

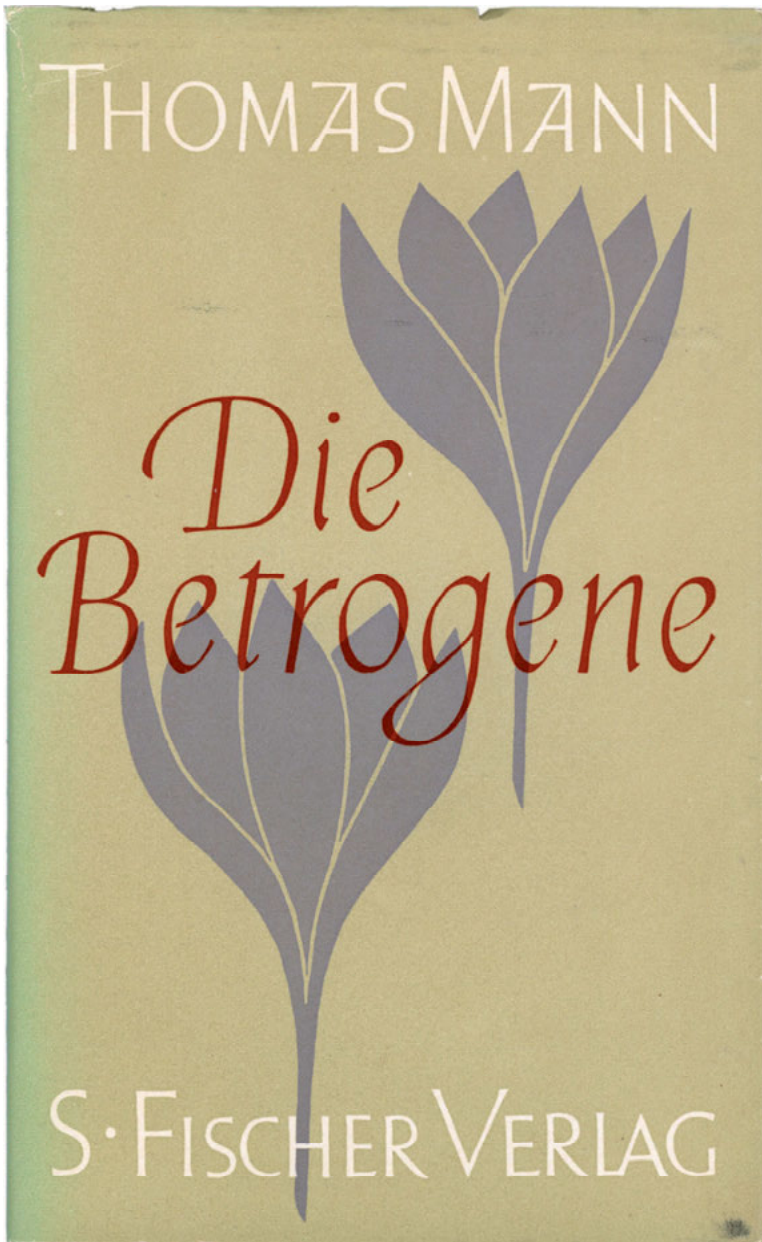


Abb. 1: Umschlagzeichnung für die Bucherausgabe der *Betrogenen* von Martin Kausche, Frankfurt am Main, 1953.

Autorität über die neue Operationsmethode befindet, hat er 14 Tage vor dem Tod seiner Frau erhalten, über der Angst um sie aber ungelesen liegen gelassen. Als der Aufsatz ihm in die Hände fällt, kommt die Erkenntnis, dass es einen Heilungsweg gegeben hätte, zu spät. Mit dem Wissen, die notwendige Weiterbildung versäumt, übereilt gehandelt, seine Frau ermordet zu haben, muss der Arzt von nun an weiterleben. Sein einstiger Hochmut ist damit gebrochen. Das Angebot einer neuen Liebe schlägt er aus. Statt wieder zu heiraten, büßt er seine Schuld durch ein Leben als Missionsarzt in Ostafrika. Theodor Storm schrieb diese Novelle ein Jahr vor seinem Tod, zu einem Zeitpunkt, als er selbst bereits an Magenkrebs erkrankt war, sich über dieses Wissen durch eine zweite Diagnose aber hatte hinwegtäuschen lassen, um den *Schimmelreiter* zu Ende schreiben zu können.

Was Thomas Mann an diesem Zusammenhang fasziniert, ist die „Fähigkeit, sich illusionieren zu lassen“<sup>42</sup>, um ein Werk vollenden zu können. Thomas Mann nimmt Züge von Storms *Bekentnis* in *Die Betrogene* auf: am offensichtlichsten das Motiv der Erkrankung einer Frau an Gebärmutterkrebs, doch auch das der unterlassenen Hilfeleistung. Letzteres wird auf Anna übertragen. Aus Respekt vor den Gefühlen der Mutter – vielleicht auch aus Scham über deren Schamlosigkeit – versäumt Anna es, bei den ersten Krankheitssymptomen Rosalies einen Arzt zu konsultieren. Obwohl sie die beunruhigenden Symptome – Müdigkeit, Blässe, Gewichtsverlust – bemerkt und zweimal daran denkt, den Arzt zu rufen, handelt Anna nicht. Die Unterlassungssünde rechtfertigt sie damit, dass es Krankheiten gebe, „die für den Doktor zu gut“ (B 930) seien. Hegt die Klumpfüßige gegen ihre sinnenfrohe Mutter einen unbewussten Todeswunsch? Ob eine frühzeitigere Diagnose die Mutter hätte retten können, wissen wir nicht. Im Gegensatz zu Storm erspart Thomas Mann seiner Heldin jedenfalls die Todesqual. Geht es ihm in der *Betrogenen* wirklich um die Probleme einer alternden Frau mit den Wechseljahren, oder ist die Analogisierung des weiblichen Geschlechts mit Unrat Ausdruck von Gynophobie und männlichem Sexualekel?<sup>43</sup>

Viele Interpreten haben in Rosalies Tabubruch nur die weibliche „Maske“<sup>44</sup> gesehen, hinter der Thomas Mann seine Todesangst und die verdrängten homoerotischen Passionen seines eigenen Lebens verborgen habe, insbesondere die Liebe zu Klaus Heuser, dem Sohn des Direktors der Düsseldorfer Kunstakademie, von 1927 oder die letzte Ergriffenheit vom jungen Kellner Franz Westermeier, den Thomas Mann im Juli 1950 im Zürcher Grand Hotel Dolder kennenlernte.<sup>45</sup> Äußerlich ist Ken Keaton Ed Klotz nachgebildet, einem Studenten von Golo Mann am Claremont Men's College, der 1949 bei den Manns die Weihnachtsferien verbrachte.<sup>46</sup> Wenn *Die Betrogene* eine weibliche Maske des Autors ist, dann eine in zweierlei Gestalt: Rosalie mit ihrem sinnenfreudigen, gefühlsbetonten Leben steht Anna als Inbegriff von moderner Kunst, Vernunft und Sittlichkeit gegenüber, der Naturschwärmerin die kontrollierte, selbstdisziplinierte, zur Abstraktion neigende Künstlerin. Beide verkörpern Lebensprinzipien des Autors.

<sup>42</sup> Mann (1990c: 267).

<sup>43</sup> Vgl. Elsaghe (2004: 169) sowie Ulrich (1984).

<sup>44</sup> Vaget (1984: 297). Runge (1991: 109).

<sup>45</sup> Vgl. die Tagebucheinträge Thomas Manns vom 9., 11. und 16. Juli 1950 (Tb 1949–1950: 213–216 und 220 f.) und Northcote-Bade (1990: 140).

<sup>46</sup> Vgl. Frey (1976: 490).

Der Gedanke an seine letzte Liebe geht auch in Thomas Manns „Michelangelo“-Aufsatz von 1950 ein.<sup>47</sup> Was ihn an den 76 Gedichten Michelangelos *Rime scelte* anspricht, die er wenige Tage nach der Begegnung mit Franz Westemeier zufällig im italienischen Original und in der deutschen Übersetzung von Hans Mühlestein (Celerina, o. J.) erhielt, ist „die Ermächtigung des Alters zur Liebe“<sup>48</sup>. Wie bei Goethe und Tolstoi sieht er auch bei dem im Alter in einem verkommenen römischen Loch hausenden Michelangelo die Liebe als Inspirationsquelle.<sup>49</sup> Den „Ausnahmekünstler“<sup>50</sup> beflügelt die Liebe – wie die Krankheit – „weit über die schickliche Altersgrenze hinaus“<sup>51</sup>, sie wird zum Beweis seiner Genialität. Aber eine solche Liebe ist notwendig narzisstisch. Sie nimmt ihr Gegenüber im Grunde gar nicht wahr. Ihr fehlt die Fähigkeit zur Empathie. Das aber war dem Autor gleichgültig. Als schöpferischer Mensch fürchtete er nichts mehr als das „Versagen seines Bildnertums“<sup>52</sup>. Er selbst blieb bis zum Schluss produktiv. Als er am 12. August 1955 überraschend an einer „Ruptur der unteren Bauchschlagader“<sup>53</sup> starb, hinterließ der 80-jährige neben vielem anderen Arbeitsnotizen zu einem geplanten Luther-Stück.

Die „Zusammengehörigkeit von Verfallenheit an das Schöne, Verliebtheit und Produktivität“<sup>54</sup>, die er bei Michelangelo konstatiert, war im *Tod in Venedig* Thema, in der *Be-trogenen* tritt sie hinter der Frage nach der wunschgelenkten Zeichendeutung zurück, nach der „Mechanik der Illusion“<sup>55</sup>. Darin ist Thomas Manns letzte Novelle Goethes *Wahlver-wandtschaften* (1809) verwandt. Auch rührt sie an die ärztliche Grundfrage: „Soll ein Arzt Kranken die Wahrheit sagen“<sup>56</sup>, oder hat er die Pflicht der „barmherzige[n] Illusionie-rung“<sup>57</sup>? Die Aufgabe der „barmherzigen Illusionierung“ übernimmt hier die gute *Mutter Natur*. Sie täuscht die naturfromme Rosalie über den wahren Grund ihrer wieder einset-zenden Blutungen hinweg und vermittelt ihr damit Hoffnung auf Lebensglück bis zum Schluss. Warum bringt Thomas Mann Rosalie auf so zweideutige Art zu Tode? Werden die misogynen Alterstopoi affirmiert, oder betont der Text *ex negativo* die Notwendigkeit von kulturellen Resignifikationen der älteren Frau?

Alter hieß früher – und heißt letztlich auch heute noch – „Verschleiß und Rückgang der Körperkraft“<sup>58</sup>. Doch die Ächtung des gealterten Körpers, insbesondere desjenigen der Frau, war trotz der Konstanz des *vetula*-Topos nicht zu allen Zeiten gleich. Sie hängt mit „Verschiebungen der normativen Orientierung der Gesellschaft“ zusammen, die für das Subjekt mit Veränderungen „der Selbstwahrnehmung und der Selbstkontrolle“ verbunden sind.<sup>59</sup> Die psychischen und sozialen Muster entwickeln sich nicht parallel zu den biologischen. Das gilt insbesondere für die Alterssexualität. Alterssexualität ist ein moralischer und normativer Diskurs. Er wird von hegemonialen Körperbildern und Vorstellungen von

<sup>47</sup> Vgl. Mann (1990b).

<sup>48</sup> Tagebucheintrag Thomas Manns vom 19. Juli 1950 (Tb 1949–1950: 225).

<sup>49</sup> Vgl. Mann (1990b: 792 f.) sowie Schonlau (2007: 29).

<sup>50</sup> Schonlau (2007: 30).

<sup>51</sup> Mann (1990b: 785).

<sup>52</sup> Mann (1968: 299).

<sup>53</sup> Sprecher und Wiethoff (1996: 256). Vgl. auch Koopmann (2004: 203).

<sup>54</sup> Mann (1990b: 793).

<sup>55</sup> Baumgart (1976: 101).

<sup>56</sup> Sprecher (2001: 1238).

<sup>57</sup> Mann (1990c: 267).

<sup>58</sup> Rudolph (1999: 199).

<sup>59</sup> Im Anschluss an Norbert Elias: Rudolph (1999: 197).

normaler Sexualität geprägt. Diese ändern sich nach 1900 mit dem Aufkommen der Vorstellung vom „gefährlichen Alter“ der Frau,<sup>60</sup> dem Bild der erotisch begehrlchen Frau im Klimakterium. Diesen Gedanken verbindet Thomas Mann in seiner letzten Novelle mit dem *vetula*-Topos und einem am Schluss brutal verworfenen Spiel mit der Möglichkeit erfüllter Altersliebe trotz großer Altersdifferenz auch bei der Frau. Auf der einen Seite ironisiert er Rosalies verzerrte Selbstwahrnehmung, auf der andern gibt er ihr gegen von Aschenbach Recht. Deshalb zweifle ich, ob Elsaghe zuzustimmen ist, der behauptet, hinter der Darstellung von Rosalies Krebserkrankung verberge sich „Angst der spätneuzeitlichen Menschen vor dem Krebs; Angst der Deutschen vor dem Fremden; Angst eines lübischen Patriziersohns vor Demokratie und Republikanismus und vor allem eben auch Angst des Mannes vor der Sexualität der Frau“<sup>61</sup>. Plausibler ist Anja Schonlau These, dass Thomas Mann mit Rosalie von Tümmler „die Altersliebe in der Tradition des Verlachmotivs“ erneuere, „aber in der Mannschen Form der Ironie, welche die Integrität der Figur nicht zerstört“<sup>62</sup>. Vielleicht steckt in dieser Darstellung auch Respekt vor dem Leben und dem Tod. Wie dem berühmten Gelehrten Nikolaj Stepanyč in Anton Čechovs *Aufzeichnungen eines alten Mannes* (1889) musste dem Nobelpreisträger Thomas Mann, dem so vieles in seinem Leben gelungen war, doch auch daran gelegen sein, „das Finale nicht zu verderben“<sup>63</sup>. Im Gegensatz zur Entwürdigung von Aschenbachs, der bis zum Schluss im Irrtum, Tadzio folgen zu können, befangen bleibt, darf die Heldin von Thomas Manns letzter Novelle sich ihrer Selbsttäuschung noch bewusst werden und diese demütig als „Gnade“ (B 950) empfinden. Deshalb kann Rosalie auch frei vom übertrieben präventiösen Ton von von Aschenbachs Nachruhm einen „milden Tod“ sterben, „betrauert von allen, die sie kannten“ (B 950). Sie hat „das Finale“ nicht verdorben, so beschränkt ihr Horizont zu Lebzeiten gewesen sein mag. Entscheidend ist, was bleibt: das Werk oder das Weiterleben in der Erinnerung derer, denen man nahe gewesen ist? Diese Frage scheint der Autor der *Betrogenen* nicht mehr so eindeutig beantworten zu können wie der des *Tod in Venedig*.

## Literatur

### Primärliteratur

- APULEIUS (1988). *Das Märchen von Amor und Psyche*. Lateinisch/Deutsch. Übersetzt und herausgegeben von Kurt STEINMANN, Stuttgart.
- BACHOFEN, Johann Jakob (1926a). *Urreligion und antike Symbole*. Herausgegeben von Carl Albrecht BERNOULLI. 2 Bde. Leipzig.
- BACHOFEN, Johann Jakob (1926b). *Der Mythos von Orient und Occident. Eine Metaphysik der alten Welt*. Herausgegeben von Manfred SCHRÖTER. München.
- BARTH, Emil (1939). *Der Wandelstern*. Hamburg.
- BARTH, Emil (1951). „Schloßzauber“, *Merian* 4, H. 5, 56–60.
- BAUDELAIRE, Charles (<sup>2</sup>1989). *Sämtliche Werke/Briefe*. Bd. 3. Herausgegeben von Friedhelm KEMP und Claude PICHOLS. München.

<sup>60</sup> Vgl. in der Literatur Michaëlis (1910), in der Medizin Kühner (<sup>6</sup>o. J.).

<sup>61</sup> Elsaghe (2004: 168 f.).

<sup>62</sup> Schonlau (2007: 39).

<sup>63</sup> Čechov (1976: 48). Vgl. Görner (2005: 262).

- BEAUVOIR, Simone DE (2000). *Das Alter (La Vieillesse)*. Übersetzt von Anjuta AIGNER-DÜNNWALD und Ruth HENRY. Reinbek. (Paris 1970)
- ČECHOV, Anton (1976). „Eine langweilige Geschichte. Aus den Aufzeichnungen eines alten Mannes“, in: Anton ČECHOV. *Eine langweilige Geschichte. Das Duell*. Herausgegeben von Peter URBAN. Zürich, 7–82.
- GOETHE, Johann Wolfgang VON (1982). „Der Mann von fünfzig Jahren“, in: *Goethes Werke*. Hamburger Ausgabe. Herausgegeben von Erich TRUNZ. Bd. 8. München, 167–224.
- HORATIUS FLACCUS, Quintus (̄1990). *Oden und Epoden*. Lateinisch/Deutsch. Übersetzt und herausgegeben von Bernhard KYTZLER. Stuttgart.
- MANN, Erika (1968). „Das letzte Jahr. Bericht über meinen Vater“, in: Thomas MANN. *Autobiographisches*. Frankfurt am Main, 289–356.
- MANN, Thomas (1961). *Briefe 1889–1936*. Herausgegeben von Erika MANN. Frankfurt am Main.
- MANN, Thomas (1990a). „Die Betrogene“, in: Thomas MANN. *Gesammelte Werke in dreizehn Bänden*. Bd. 8. Frankfurt am Main, 877–950.
- MANN, Thomas (1990b). „Die Erotik Michelangelo’s“, in: Thomas MANN. *Gesammelte Werke in dreizehn Bänden*. Bd. 9. Frankfurt am Main, 783–793.
- MANN, Thomas (1990c). „Theodor Storm“, in: Thomas MANN. *Gesammelte Werke in dreizehn Bänden*. Bd. 9. Frankfurt am Main, 246–267.
- TIV – MANN, Thomas (1992). „Der Tod in Venedig“, in: Thomas MANN. *Der Tod in Venedig und andere Erzählungen*. Frankfurt am Main, 7–87.
- Tb – MANN, Thomas (2003). *Tagebücher 1937–1955*. Herausgegeben von Inge JENS. 4 Bde. Frankfurt am Main.
- MICHAËLIS, Karin (1910). *Das gefährliche Alter. Tagebuch-Aufzeichnungen und Briefe*. Berlin.
- STORM, Theodor (1988). „Ein Bekenntnis“, in: Theodor STORM. *Sämtliche Werke*. Bd. 3. Herausgegeben von Karl Ernst LAAGE. Frankfurt am Main, 580–633.

## Sekundärliteratur

- BÄCHTOLD-STÄUBLI, Hanns *et al.* (Hrsg., 1931/1932). *Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens*. Bd. 4. Berlin und Leipzig.
- BAUMGART, Reinhard (1976). „Betrogene Betrüger. Zu Thomas Manns letzter Erzählung und ihrer Vorgeschichte“, in: Heinz Ludwig ARNOLD (Hrsg.). *Text & Kritik. Sonderband Thomas Mann*. München, 99–107.
- ELSAGHE, Yahya (2004). „Nostalgie und Modernitätskritik. Die *Betrogene* als Thomas Manns ideologisches Vermächtnis“, in: Thomas SPRECHER (Hrsg.). *Lebenszauber und Todesmusik. Zum Spätwerk Thomas Manns*. Frankfurt am Main, 149–170.
- FRENZEL, Elisabeth (̄2008). *Motive der Weltliteratur*. Stuttgart.
- FREY, Erich A. (1976). „Thomas Mann“, in: John M. SPALEK und Joseph STRELKA (Hrsg.). *Deutsche Exilliteratur seit 1933*. Bd. 1, Teil 1. Bern, 473–526.
- GÖRNER, Rüdiger (2005). *Thomas Mann. Der Zauber des Letzten*. Düsseldorf und Zürich.
- GROSS, Gabrielle (2002). *Der Neid der Mutter auf die Tochter. Ein weibliches Konfliktfeld bei Fontane, Schnitzler, Keyserling und Thomas Mann*. Bern, 180–195.
- HALLER, Miriam (2005). „„Unwürdige Greisinnen“. ‚Ageing trouble‘ im literarischen Text“, in: Heike HARTUNG (Hrsg.). *Alter und Geschlecht. Repräsentationen, Geschichten und Theorien des Alter(n)s*. Bielefeld, 45–63.
- HEYDENREICH, Titus (1972). „Eros in der Unterwelt. Der Holterhof-Ausflug in Thomas Manns Erzählung *Die Betrogene*“, in: Eberhard LEUBE und Ludwig SCHRADER (Hrsg.). *Interpretation und Vergleich. Festschrift für Walter Pabst*. Berlin, 79–95.

- KOOPMANN, Helmut (2004). „Sterben und Tod Thomas Manns“, in: Thomas SPRECHER (Hrsg.). *Lebenszauber und Todesmusik. Zum Spätwerk Thomas Manns*. Frankfurt am Main, 203–223.
- KÜHNER, August (6. o. J.). *Das gefährliche Alter oder Die Wechseljahre der Frau. Gefahren, Verhütung und Behandlung. Ratschläge eines erfahrenen Arztes*. Leipzig.
- MARX, Friedhelm (2002). „Ich aber sage Ihnen . . .“ *Christusfigurationen im Werk Thomas Manns*. Frankfurt am Main.
- MAYER, Hans (1980). *Thomas Mann*. Frankfurt am Main.
- MENNINGHAUS, Winfried (2002). *Ekel. Theorie und Geschichte einer starken Empfindung*. Frankfurt am Main.
- NETTE, Herbert (1962). „Thomas Mann – Emil Barth. Ein stilkritischer Vergleich“, *Neue Deutsche Hefte* 87, 98–105.
- NORTHCOTE-BADE, James (1990). „„Noch einmal also dies“: Zur Bedeutung von Thomas Manns ‚letzter Liebe‘ im Spätwerk“, *Thomas-Mann-Jahrbuch* 3, 139–148.
- PÜTZ, Peter (1988). „Der Ausbruch aus der Negativität. Das Ethos im *Tod in Venedig*“, *Thomas-Mann-Jahrbuch* 1, 1–11.
- REED, Terence James (Hrsg., 1983). *Thomas Mann, „Der Tod in Venedig“*. Text, Materialien, Kommentar. München.
- RUDOLPH, Martin (1999). „Alter und Körper“, in: Karl LENZ *et al.* (Hrsg.). *Die alternde Gesellschaft*. Weinheim und München, 195–208.
- RUNGE, Doris (1991). „Die Betrogene“, *Thomas-Mann-Jahrbuch* 4, 109–118.
- RUNGE, Doris (1998). *Welch ein Weib. Mädchen- und Frauengestalten bei Thomas Mann*. Stuttgart.
- SAUERMOST, Rolf (Hrsg., 2002). *Lexikon der Biologie in fünfzehn Bänden*. Bd. 9. Heidelberg.
- SCHONLAU, Anja (2007). „Altersliebe im Alterswerk. Thomas Manns Novelle *Die Betrogene* aus der Perspektive des ‚Michelangelo-Essays‘“, *Thomas-Mann-Jahrbuch* 20, 27–42.
- SCHÖSSLER, Franziska (2000). „Die Frau von fünfzig Jahren“. Zu Thomas Manns Erzählung ‚Die Betrogene‘, *Sprachkunst* 31, 2. Halbbd., 289–306.
- SPRECHER, Thomas und Ernst O. WIETHOFF (1996). „Thomas Manns letzte Krankheit“, *Thomas-Mann-Jahrbuch* 9, 249–276.
- SPRECHER, Thomas (2001). „Anmerkungen zu Thomas Mann und die Medizin“, in: *Praxis. Schweizerische Rundschau für Medizin* 90, 1235–1239.
- SZENDI, Zoltán (1993). „Die ‚Mutter Natur‘ im Zwielficht der Ironie“, *Studien zur Germanistik* 1, 131–143.
- ULRICH, Margot (1984). „... diese kleine Mythe von Mutter Natur“. Zu Thomas Manns letzter Erzählung ‚Die Betrogene‘, in: Rudolf WOLFF (Hrsg.). *Thomas Mann. Erzählungen und Novellen*. Bonn, 121–134.
- VAGET, Hans Rudolph (1984). *Thomas-Mann-Kommentar: zu sämtlichen Erzählungen*. München.
- VAGET, Hans Rudolph (2<sup>1995</sup>). „Der Tod in Venedig“, in: Helmut KOOPMANN (Hrsg.). *Thomas-Mann-Handbuch*. Stuttgart.





ROGER LÜDEKE

**Die Gesellschaft der Literatur.  
Ästhetische Interaktion und soziale Praxis  
in Bram Stokers *Dracula***

**Literatur als Gegenstand der Literaturwissenschaft**

Seit circa 30 bis 40 Jahren werden in den Literaturwissenschaften theoretische Zugänge aus anderen Fachzusammenhängen intensiv rezipiert und importiert. Die Aneignung der *grand theories*<sup>1</sup> fachfremder Disziplinen, etwa der Soziologie (Systemtheorie, Feldtheorie), der Denk- und Wissenschaftsgeschichte (Diskursanalyse) oder der Medienwissenschaften in ihren verschiedenen Ausprägungen, war wesentlich motiviert durch das wachsende Interesse an funktionaler Rückverankerung der literarischen und ästhetischen Untersuchungsphänomene – und verbunden damit durch das Streben nach gesellschaftlichen (und förderungspolitisch spürbaren) Relevanz- und Legitimationsgewinnen. Die entsprechenden Theorieimporte zielen auf Kontextualisierung und extrinsische Erklärungszusammenhänge der literarischen Texte, sie versprechen Einblick in deren spezifische Stellung und Funktionsweise in historisch und sozial bestimmten Bedingungsgefügen, die im Rahmen der kultur- und sozialwissenschaftlichen Großtheorien neu erschließbar werden.<sup>2</sup>

Keines der theoretischen Paradigmen, auf das die Literaturwissenschaften sich hierbei beziehen, setzt eine essenzialistisch zu denkende Vorgegebenheit jener Gegenstandsbereiche voraus, die die literaturwissenschaftlichen Kontextbildungen ermöglichen. Was die Ansätze von der Foucaultschen Diskursanalyse bis zu den aktuelleren mediengeschichtlichen Zugängen vielmehr vereint, ist der von ihnen gepflegte Konstruktivismus. Die sozial- und kulturwissenschaftliche Beschäftigung mit historischen „Wissensformationen“, mit durch Medientechnik „induzierten“ Formen der Welterfahrung oder der gesellschaftlichen „Gemachtheit“ von *class*, *race* und *gender*, setzt die historische und soziale Beobachterabhängigkeit oder Standortgebundenheit der dabei jeweils produzierten Gegenstands- und Sozialbildungen konstitutiv voraus. Deren Attraktivität für die Literaturwissenschaft erklärt sich daraus, dass diese Konstruiertheit lebensweltlicher Ordnungsmodelle es ihr zu fragen erlaubt, wie sich hierzu nun die in den literarischen Werken selbst zu beobachtenden ästhetischen Konstruktionen (von Gesellschaft, Geschlecht, Fremdheit, Welt und so weiter) verhalten: Im besseren Falle wird deren ästhetische Differenz bewiesen (die Schlagworte hierzu lauten etwa: literarischer „Konterdiskurs“, „Latenzbeobachtung“,

---

<sup>1</sup> Vgl. Merton (1949/21968).

<sup>2</sup> Wesentliche Impulse zur vorliegenden Studie verdanken sich dem durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Rundgespräch „Methods in English and American Culture, Language and Literature Studies“, 25. bis 28. März 2009, Bad Bederkesa (veranstaltet vom Verfasser mit Lieselotte Anderwald, Alexander Bergs, Ute Berns, Christian Huck, Birgit Neumann und Erik Redling), sowie den beiden „Siggener Zeit“-Kolloquien, vom 30. September bis 3. Oktober 2006 und vom 17. bis 19. Juli 2009 (veranstaltet von Jürgen Schläeger, Birgit Neumann, Gesa Stedman, gefördert von der Alfred-Toepfer-Stiftung).

karnevaleske Subversion, Polysemie, materielle „Widerständigkeit“ und so weiter), andernfalls wird mimetische Anpassung ans „Milieu“ behauptet und Literatur dem Kontext gleichgemacht.

So gelegen aber der Literaturwissenschaft der in den sozial- und kulturwissenschaftlichen Importfeldern gepflegte Konstruktivismus immer dann kommt, wenn es um die Konstruktionskraft der eigenen Gegenstände geht, so schnell vergessen scheint das konstruktivistische Credo immer dann, wenn es um die Gegebenheit genau jener Kontexte geht, auf denen die hieran anschließenden gesellschaftlichen Funktionsbeschreibungen aufrufen und an denen die ästhetischen Prägnanzbildungen sich vermeintlich „abarbeiten“. In der deutlichen Mehrzahl der Fälle werden nämlich die als Hintergrundfolie der literarischen Werke in Anspruch genommenen „Rahmenbedingungen“ doch wieder weitgehend essenzialistisch als homogen vorausgesetzt oder ihre vermeintlich prästabile Gegebenheit als Kontext wenigstens nicht weiter problematisiert.<sup>3</sup>

Wenn aber einer Minimaldefinition zufolge Konstruktivismus heißt, dass Erkenntnis, Wahrnehmung und Erfahrung von Gegenständen der „Welt“ immer beobachter- und standortgebunden sind, dann würde eine gegenstandsadäquate Perspektive auf die literaturwissenschaftlichen Untersuchungsobjekte implizieren, dass die Literaturwissenschaft methodische Zugänge auf Kontexte *vom Inneren* ihrer Objekte selbst her entwickelt und daraus ihre genuinen Frageformen und analytischen Vorgehensweisen gestaltet. Erst in einem zweiten Schritt wären die entsprechenden „Weltkonstruktionen“ der Literatur in komparativer Absicht mit den funktionstheoretischen Perspektiven der Nachbarwissenschaften zu konfrontieren. Hier wird also keinem neuen Immanentismus, geschweige denn einer Re-Philologisierung, das Wort geredet. Gefordert sind vielmehr funktionale Erklärungs- und Deutungsansätze für ästhetische Gegenstandsbildungen, die aus der *Binnenperspektive* der Objekte selbst heraus entwickelt werden, statt sie von einer (wie auch immer prästabil gesetzten) Außenperspektive an diese heranzutragen.

Gegenüber der theoriegeschichtlich je unterschiedlich begründeten *Einheit* von literarischem Werk und außerliterarischem Kontext ist also nicht nur der Tatsache Rechnung zu tragen, „daß ein Text seine Bedeutung *in* [einem gegebenen] Kontext *aufbauen* muss, was einzig möglich ist, wenn er sich innerhalb dieses Kontextes von ebenfalls vorkommenden Positionen *unterscheidet*“<sup>4</sup> [meine Hervorhebungen], sondern vielmehr ist zu betonen, dass literarische Texte ihre eigenen, eben: *ästhetischen* Kontexte konstituieren, und zu ermitteln, welche Möglichkeiten der methodischen Operationalisierung zur Verfügung ste-

<sup>3</sup> Durchaus exemplarisch zu belegen sind die bisherigen Thesen an der Forschungsliteratur zu jenem Werk, das den Bezugspunkt meiner weiteren Überlegungen bildet. Die Studien zu Bram Stokers *Dracula* zeigen das gesamte Spektrum der hier notwendigerweise verkürzten Positionen: von frühen psychoanalytisch geprägten Ansätzen, die eine vermeintlich repressive Sexualmoral des Viktorianismus im Umgang mit Homosexualität als verallgemeinerungsfähige Interpretationsfolie nehmen, bis zu postkolonialen Zugängen, in denen die politische Frage der „Irishness“ und der britische Imperialismus die vermeintlich unhintergehbaren Ausgangspunkte bilden (Arata 2003). Dazu kommen medien- und wissenschaftsgeschichtliche Ansätze, denen *Dracula* zum Symptom von ebenso allgemein festgestellten Tendenzen der Technisierung (Kittler 1993) oder Verwissenschaftlichung (Senf 1998) wird, bis hin zu Studien, für die unter Rekurs auf Michel Foucault, später auch Giorgio Agamben, eine ebenso generalisierte „Biopolitisierung“ der modernen Gesellschaft den Lektürehintergrund bildet (Spencer 1992 sowie Green 2007). Auch dies natürlich nur ein knapper Ausschnitt (vgl. zum besseren Überblick die Forschungsberichte in Carter 1988 sowie Hughes 2000).

<sup>4</sup> de Berg (1991: 202).

hen, die dieser ästhetischen Autopoiesis wie auch ihren spezifischen Funktionspotenzialen angemessen begegnen können.

Interessanterweise trifft die hier verfolgte literaturwissenschaftliche Zielsetzung auf ein vergleichbares Unbehagen im aktuellen Forschungsfeld der Sozialwissenschaften, in denen sich ebenfalls eine wachsende Skepsis gegenüber den kurrenten Großtheorien „der“ Gesellschaft („der“ Medien, „des“ Politischen und so weiter) erkennen lässt. Besonders prominent hat diese Skepsis Bruno Latour formuliert. Eine Untersuchungsperspektive, die weniger nach der *Literatur der Gesellschaft*, sondern im Sinne eines konsequent durchgehaltenen Konstruktivismus nach der *Gesellschaft der Literatur* und mithin danach fragt, wie Literatur selbst spezifische soziale Zusammenhänge erzeugt und in diese wiederum rekursiv eingebunden ist, kann von den Überlegungen Latours vor allem in methodischer Hinsicht profitieren.

Die makrosoziologischen Zugriffe auf Gesellschaft in der Tradition der *grand theories* eines Emile Durkheim, Talcott Parsons oder Niklas Luhmann gelten nicht, oder zumindest nicht vorrangig, den gesellschaftlichen *Organisationen* und *Interaktionen*,<sup>5</sup> sondern dem Sozialsystem im Sinne einer transpersonalen Struktur, also: „der“ Gesellschaft, „der“ Gesellschaftsordnung, „den“ Gesellschaftsbedingungen und so weiter. Latour zufolge basieren solche Ansätze auf einer fundamentalen Tautologie: Statt zu beschreiben, wie gesellschaftliche Zusammenschlüsse entstehen, sich modifizieren und fortbestehen, deduzieren die entsprechenden Theorien Konzepte von Gesellschaft, die dann rückwirkend und durchaus zirkulär als Erklärungsgrundlage für bestimmte soziale Praktiken verwendet werden. Nach Latour haben sie damit „ganz einfach das Erklärende mit der Erklärung verwechselt. Sie begannen mit der Gesellschaft oder anderen sozialen Aggregaten, während man mit ihnen enden sollte.“<sup>6</sup>

Demgegenüber richtet sich das Erkenntnisinteresse Latours programmatisch auf „das wichtigste zu lösende Rätsel“, das die makrosoziologische Perspektive bereits „als seine Lösung betrachtet, nämlich die Existenz spezifisch sozialer Bindungen, welche die verborgene Präsenz spezifisch sozialer Kräfte offenbaren.“<sup>7</sup> Was Latour den Vertretern der soziologischen Tradition vorwirft, gilt in vergleichbarem Maße für die skizzierten Kontextualisierungsverfahren und Erklärungsweisen der zeitgenössischen Literaturwissenschaft. Latour selbst macht an verschiedenen Stellen seines Werks die Konsequenzen eines makrologischen Vorgehens für die theoriegeleitete Einbettung und Erklärung ästhetischer Phänomene deutlich: „[A]uch wenn die Kunst weitgehend ‚autonom‘ ist, wird sie ebenso durch soziale und politische ‚Rücksichten‘ ‚beeinflusst‘, welche für einige Aspekte ihrer berühmtesten Meisterwerke verantwortlich sein könnten“<sup>8</sup> – und:

<sup>5</sup> Vgl. zur Unterscheidbarkeit etwa Luhmann (<sup>5</sup>2005).

<sup>6</sup> Latour (2007: 21); vgl. Schulz-Schaeffer (2008: 109).

<sup>7</sup> Latour (2007: 16). Ein vergleichbares Interesse an dieser mikrosoziologischen Ebene, also an individualpragmatischen Beschreibungsformen von sozialer Interaktion, kennzeichnet in konsequenter Erweiterung der Luhmannschen Systemtheorie auch die jüngeren Arbeiten von André Kieserling. Ähnlich wie Latour nimmt auch Kieserling die „Unmöglichkeit einer gesamtgesellschaftlich repräsentativen Interaktion“ zum Ausgangspunkt, also die unhintergehbare Differenz zwischen Individualpragmatik und System (Kieserling 1999: 17, Anm. 6). Zu früheren Ansätzen in dieser Richtung vgl. de Certeau (1988), Goffman (1976) sowie Goffman (1980) und für den literaturwissenschaftlichen Bereich die wegweisende Studie von Susan Winnett (1993).

<sup>8</sup> Latour (2007: 13 f.).

Von der kritischen Soziologie ist kein anderer Bereich neben dem der Religion derart plattgewalzt worden wie die Kunstsoziologie. Jede Skulptur, jedes Gemälde, jede Haute-cuisine-Speise, jeder Techno-Rave und jeder Roman sind bis zur Nichtigkeit durch die sozialen Faktoren erklärt worden, die sich „hinter ihnen“ verbergen.<sup>9</sup>

Treffend beschreibt Latour dies auch als „Nullsummenspiel [. . .] – alles, was das Kunstwerk verlor, wurde vom Sozialen gewonnen, und alles, was das Soziale verlor, mußte der ‚inneren Qualität‘ des Kunstwerks zugute kommen“.<sup>10</sup> Es erscheint lohnenswert, die von Latour formulierten Irritationen aufzugreifen, um hieraus erste Impulse für eine methodische Neufassung des Problems der Kontextualisierung in der Literaturwissenschaft zu gewinnen.

Wie juristische, ökonomische oder wissenschaftliche Ausprägungen des Sozialen sind auch literarische Prägnanzbildungen „nicht als etwas [zu betrachten], was sich zusätzlich zu [ihrer] inneren Logik durch eine ‚soziale Struktur‘ erklären ließe“.<sup>11</sup> Vielmehr ist erstens die innere Logik der Texte selbst daraufhin zu befragen, wie genau sie soziale Verknüpfungen, As-Soziationen und Verbindungen auf der Ebene ihrer (lyrischen, dramatischen, narrativen und so weiter) Inhalte modellieren. Zweitens ist auf der Ebene der kommunikativen Vermittlung literarischer Texte danach zu fragen, wie diese selbst eine soziale Interaktionsform etablieren, die den Leser in bestimmte Ausprägungen gesellschaftlicher As-Sozierung und Verknüpfung involviert. Schließlich wäre auf dieser Grundlage drittens zu fragen, inwieweit literarische Texte als kulturelle Objekte und materielle Artefakte an einem *selbsterzeugten* Netzwerk natürlicher, menschlicher und künstlicher Aktanten<sup>12</sup> partizipieren, durch die das Einzelwerk in weiter gefassten (ökonomischen, juristischen, epistemischen und so weiter) Zusammenhängen zu situieren ist.<sup>13</sup>

Literatur muss demnach nicht durch historisch gegebene Sozialstrukturen „erklärt“ oder in einen „größeren kulturellen, geschichtlichen und so weiter Rahmen“ gestellt werden, da sie selbst, aus sich heraus, bereits eine soziale Kraft besitzt und spezifische, wo nicht singuläre Formen der As-Sozierung bereitstellt, selber also die „Spuren“ bietet, die darauf verweisen, dass hier bestimmte, prinzipiell auch *neue* oder *andere* Verknüpfungen zwischen den hierbei involvierten Akteuren und Aktanten möglich werden.

Die kulturelle Kommunikationspraxis der Literatur ist damit als mikrosozialer Handlungszusammenhang begriffen. Ästhetische Kommunikation ist so gesehen nicht nur wie schon im Rahmen der Semiologie oder analytischen Sprachtheorie an eine allgemeine Ebene der „Pragmatik“ gekoppelt,<sup>14</sup> sondern immer schon, und viel spezifischer, als soziale Interaktion zu verstehen, deren Sonderfall ästhetische Interaktionen bilden.<sup>15</sup> Zusammengenommen fassen also Interaktion und Kommunikation die materialen und bin-

<sup>9</sup> Latour (2007: 406).

<sup>10</sup> Latour (2007: 407).

<sup>11</sup> Latour (2007: 19 f.).

<sup>12</sup> Zur Unterscheidung zwischen *Aktanten* und *Akteuren* vgl. Latour (2007: 95 ff.) – Interessanterweise bezieht Latour diese begriffliche Differenzierung aus der strukturalistischen Narratologie. *Aktant* bedeutet hierbei eine narrative Rolle (z. B. „Helfer“, „Gegenspieler“, „Auftraggeber“), die von verschiedenen *Akteuren*, Handlungs-subjekten oder -objekten, erfüllt werden kann; vgl. Greimas und Courés (1979).

<sup>13</sup> Diese letzte Perspektive werde ich im Rahmen dieses Beitrags nicht weiter verfolgen können.

<sup>14</sup> Vgl. Morris (1938/<sup>12</sup>1966) sowie Levinson (1983).

<sup>15</sup> Zum Begriff der *Interaktion* als Kategorie ästhetischer Rezeption vgl. schon Iser (1975a: 229). „Bedeutungen literarischer Texte“, so Iser programmatische Formulierung, „werden überhaupt erst im Lesevorgang generiert; sie sind das Produkt einer *Interaktion* von Text und Leser und keine im Text versteckten Größen, die

nenkontextuellen Bedingungen ästhetischer Sozialpraktiken und bilden zugleich die methodischen Voraussetzungen ihrer analytischen Erschließung.

Als paradigmatischer Fall, an dem die hier entwickelte Fragestellung exemplarisch erprobt werden kann, bietet sich der 1897 erschienene Erfolgsroman von Bram Stoker auch deswegen an, weil bereits die narrative Handlung von *Dracula* wesentlich von konflikthaften Formen der Bildung und Auflösung von Sozialem geprägt ist. Osten (Transsylvanien) und Westen (England) scheinen in *Dracula* gegenübergestellt als Orte der Barbarei und der Zivilisation, des Gesellschaftlichen und des Außergesellschaftlichen, der Natur und der Kultur/Kunst/Technik, des Nichtmenschlichen und des Menschlichen, des Empirischen und Nichtempirischen (Übernatürlichen). Die Terme scheinen gegeneinander zu stehen im Sinne einer *konträren* Opposition, der zufolge der eine Terminus das Gegenteil des anderen impliziert. Das narrative *Ereignis*, das die Erzählung begründet, betrifft die Überschreitung der Grenze zwischen diesen semantischen Teilbereichen, also das Eindringen Draculas in den Bereich der englischen Zivilisation: „I long to go through the crowded streets of your mighty London, to be in the midst of the whirl and rush of humanity, to share its life, its change, its death, and all that makes it what it is.“<sup>16</sup>

Ein genauerer Blick zeigt jedoch, dass es sich bei den in Opposition zueinander gesetzten Bereichen nicht um Verhältnisse der *Kontrarität*, sondern der *Kontradiktion* handelt.<sup>17</sup> Das macht bereits die wiederholte Bezeichnung von Dracula als „Undead“ deutlich.<sup>18</sup> „Nicht-Tod“ ist nicht einfach das Gegenteil von „Leben“, sondern eine radikal altertäre Kategorie, für die „Leben“ und „Tod“ keine konstitutiven Kriterien bilden; dasselbe gilt für die Kategorien „Mensch“/„Tier“, und noch die Bezeichnung von Dracula als „Ding“ etabliert lediglich einen Platzhalter, der genau diese radikale Andersartigkeit markiert: „this Thing is not human – not even a beast“ (277). Anders und allgemeiner formuliert: Der transsylvanische Gegenraum suspendiert die für den westlichen Geltungsraum charakteristischen Leitdifferenzen im Verweis auf ein unbestimmtes Drittes. Er entdifferenziert die Basisoppositionen, auf denen die Stabilität des westlichen Weltmodells in seiner Ab-

---

aufzuspüren allein der Interpretation vorbehalten bleibt. Generiert der Leser die Bedeutung eines Textes, so ist es nur zwangsläufig, wenn diese in einer je individuellen Gestalt erscheint.“

<sup>16</sup> Stoker (1993: 28); im Folgenden im laufenden Text unter Angabe der Seitenzahl zitiert. Meine Beschreibung der narrativen Handlung von *Dracula* als Oppositionsstruktur, der eine topologische (hier/dort) und topografische (Westen/Osten) Anordnung korrespondiert, folgt der Sujettheorie Jurij Lotmans (vgl. besonders das achte Kapitel in Lotman 1972; zu weiterführenden systematischen Klärungen und Ergänzungen siehe Mahler 1998). Ein für narrative Strukturen konstitutives *Ereignis* liegt Lotman zufolge immer dann vor, wenn (mindestens) eine Figur über die Grenze zwischen zwei semantischen Teilräumen versetzt wird. Ein semantischer Teilraum wird dabei als Menge der semantischen Merkmale, Regeln oder Normen definiert, die im Text als normal für bestimmte Bedingungen, Räume, Zeiten, Figuren oder Situationen der dargestellten Wirklichkeit gesetzt werden. Die sujetkonstitutiven semantischen Teilbereiche eines Textes unterscheiden sich voneinander dadurch, dass sie in mindestens einem der genannten Aspekte in Opposition zueinander stehen. Aus dieser Definition ergeben sich drei Grundelemente der narrativen Struktur: „1. ein bestimmtes semantisches Feld, das in zwei sich ergänzende Teilmengen gegliedert ist; 2. Eine Grenze zwischen diesen Teilen, die unter normalen Umständen unüberschreitbar ist, sich jedoch [ . . . ] für den Helden als Handlungsträger doch als überwindbar erweist; 3. Der Held als Handlungsträger“ (Lotman 1972: 341). Zur narrativen Struktur phantastischer Texte (basierend auf der Leitdifferenz „natürlich“/„übernatürlich“) siehe ferner Wunsch (1991).

<sup>17</sup> Vgl. Greimas und Courés (1979: 67).

<sup>18</sup> Vgl. auch die unmittelbar vor Erscheinen des Romans (18. Mai 1897) am Londoner Lyceum aufgeführte Bühnenfassung unter dem Titel „*Dracula: Or the Undead*“, mit der Stoker sich die Aufführungsrechte an seinem Roman sicherte. Hierzu und zur nahezu lebenslangen Tätigkeit Stokers am Lyceum Theatre vgl. Belford (1996: 269).

grenzung vom östlichen beruht, und eröffnet so die Möglichkeit einer radikal anderen Wirklichkeits- und Sozialordnung: „he can“, so der Vampirjäger Van Helsing, der hier vollkommen gegen seine Gewohnheit von seiner einzigartigen Kunstsprache ins *Standard English* „variiert“, „within his range, direct the elements, the storm, the fog, the thunder; he can command all the meaner things, the rat, and the owl, and the bat, the moth, and the fox, and the wolf, he can grow and become small; and he can at times vanish and come unknown.“ (287)

Der einzigartigen „Fluidität“ der von Dracula angezeigten Alternativwirklichkeit entspricht auf der Ebene ihrer sprachlichen Vermittlung nicht nur die höllische Gegenordnung von „Van Hel[[]]-Sings“ Konter-*langue* und die phonetische Singularität des von ihm gewöhnlich praktizierten Singsangs. Inwieweit die damit einhergehenden Effekte semantischer Entdifferenzierung auch die narrative, also zunächst einmal: *erzählenswerte* Ereignishaftigkeit und das eigentliche Skandalon von Stokers Roman begründen, ließe sich an vielen Fällen belegen. Die von mir im Folgenden getroffene Auswahl ist dagegen wesentlich motiviert durch die Leitfrage nach der *inneren* Logik der sozialen Verknüpfungen und Assoziationen, die der Roman auf der Ebene seiner narrativen Inhalte entfaltet. Sie erlaubt es zunächst, der *erzählten Sozialpraxis/Interaktion* in Stokers Werk zu folgen (Kap. 2). Den *ästhetischen Interaktionsformen* auf der Beziehungsebene der Text/Leser-Kommunikation ist der dritte Abschnitt meiner Untersuchung gewidmet (Kap. 3),<sup>19</sup> der in noch sehr verkürzte Überlegungen zur weiterführenden Frage mündet, wie sich diese narrative Kommunikations- und Interaktionsstruktur als weitgehend autonome Form einer genuin sozialen Praxis profilieren ließe (Kap. 4).

## Erzählte Sozialpraxis

Bei einem ihrer nächtlichen Gespräche, die den vorwiegend juristischen und transporttechnischen Präliminarien des Aufenthalts von Graf Dracula in England dienen, fragt der Graf den englischen Abgesandten Jonathan Harker, ob man in England auch mehr als einen Verfahrensbevollmächtigten haben könne: „if a man in England might have two solicitors“ (43). Jonathan Harker, der den Grafen mit seiner juristischen Expertise unterstützt, argumentiert, dies sei prinzipiell möglich, wäre aber nicht sinnvoll, da nur einer im jeweiligen Rechtsgeschäft oder Geschäftsvorgang (*transaction*) tätig werden könne. Der Graf hakt nach und fragt, ob es denn wenigstens möglich sei, pro Transaktion verschiedene Agenten einzusetzen: „in having one man to attend, say, to banking, and another to look after shipping, in case local help were needed in a place far from home of the banking solicitor“ (43 f.). Dem hält Harker entgegen, dass „we solicitors had a system of agency one for the other, so that local work could be done locally on instruction from any soli-

<sup>19</sup> Die Nähe dieser Gliederung zur literaturwissenschaftlichen Differenzierung zwischen Handlungs-/Inhaltsebene einerseits und Vermittlungsebene andererseits ist nicht zu übersehen. Sie folgt der inzwischen klassischen Unterscheidung von Emile Benveniste zwischen *énonciation* und *énoncé* (vgl. Benveniste 1966, hier besonders: Teil 1 und 5 (Bd. 1) und Teil 1 und 2 (Bd. 2)), die der Sache nach schon der begrifflichen Abgrenzung von „Fabel“ und „Sujet“ zugrundeliegt, wie sie im Umkreis der russischen Formalisten entwickelt wurde (vgl. Tomaševskij 1931/1985: 215, 218). In der französischen Narrativik wird bekanntlich das Begriffspaar *histoire* und *discours* verwendet (vgl. Todorov 1968). Demgegenüber erlaubt es die im Kontext kybernetischer Kommunikationstheorien entwickelte Unterscheidung zwischen *Inhalts-* und *Beziehungsebene*, auf die ich mich hier und weiter unten beziehe, die dabei etablierten Interaktionsstrukturen zwischen den am literarischen Kommunikationsgeschehen beteiligten Aktanten näher zu berücksichtigen (vgl. Watzlawick <sup>8</sup>1990).

citor, so that the client, simply placing himself in the hands of one man, could have his wishes carried out by him without further trouble.“ (44) Offensichtlich vertritt der Graf das Prinzip der lokal gebundenen *Face-to-face*-Interaktion, während Harker das Prinzip globaler Delegation verfehlt. Statt sich auf Stellvertreter und Repräsentanten einzulassen, bevorzugt Dracula den unmittelbaren Kontakt vor Ort. Dies scheint ihm als Handlungs-subjekt das Maximum an Selbstbestimmung für die Realisierung seiner Absichten, Interessen oder Motive im Rahmen gesellschaftlicher Handlungsabläufe zu ermöglichen, es bildet den Grund für Draculas fortan sich ins Monströse steigernde soziale Autonomieansprüche: „I could be at liberty to direct myself. Is it not so?“ (44).

Diese ersten Prinzipien des transsylvanischen Handlungs- und Sozialmodells eröffnen auch näheren Einblick in einen Aspekt des zentralen Blutmotivs, der in der bisherigen Forschung zu diesem Roman zu kurz gekommen ist. Der Vampirismus beschreibt die direkte biologische Einverleibung des Gegenübers, die auf keine Mittlerinstanzen wie Sprache, Dinge oder Techniken angewiesen scheint. Die Mutation der Infizierten zu Vampiren ist dabei nur den Kennern wahrnehmbarer Ausdruck und kaum sichtbares Symptom einer noch viel grundlegenderen und äußerst *un-heimlichen* Tatsache. Die von Dracula gebissenen Opfer sind ihm vollkommen zu Willen; einmal in seine Einfluss-sphäre gelangt, handeln sie wie ferngesteuert. Das betrifft die verführerischen und bereits zu vollwertigen Untoten mutierten Vampirsbräute, denen Harker zu Beginn des Romans während seines Aufenthalts im Schloss des Grafen zu erliegen droht, es gilt aber auch für die weiblichen Vertreter Englands, Lucy und Mina (die Verlobte und spätere Frau Harkers). Sobald etwa Lucy den ersten Biss von Dracula erhalten hat, steht sie in seiner Macht. Ihr Handeln und Bewusstsein, ihre Absichten, Interessen oder Motive sind fortan telepathisch fremdbestimmt. Dasselbe gilt für Mina, die heimliche Protagonistin des Romans, mit deren Hilfe der Vampir zuletzt zur Strecke gebracht wird. Auch sie wird von Dracula gebissen und ausgesaugt, mehr noch aber kann sie berichten, wie der Graf sie wiederum dazu gezwungen hat, sein Blut zu trinken, woraus ein perfekter über-natürlicher Kreislauf zwischenmenschlichen Kontakts entsteht:

Then he spoke to me mockingly, “And so you, like the others, would play your brains against mine. You would help these men to hunt me and frustrate me in my design! You know now, and they know in part already, and will know in full before long, what it is to cross my path. They should have kept their energies for use closer to home. Whilst they played wits against me, against me who commanded nations, and intrigued for them, and fought for them, hundreds of years before they were born, I was countermining them. And you, their best beloved one, are now to me, flesh of my flesh, blood of my blood, kin of my kin, my bountiful wine-press for a while, and shall be later on my companion and my helper. You shall be avenged in turn, for not one of them but shall minister to your needs. But as yet you are to be punished for what you have done. You have aided in thwarting me. *Now you shall come to my call. When my brain says ‘Come!’ to you, you shall cross land or sea to do my bidding. And to that end this!*” With that he pulled open his shirt, and with his long sharp nails opened a vein in his breast. When the blood began to spurt out, he took my hands in one of his, holding them tight, and with the other seized my neck and pressed my mouth to the wound, so that I must either suffocate or swallow some to the ... Oh, my God! My God! What have I done? (343; meine Hervorhebungen).

Draculas supernaturale Interaktionsform ermöglicht ihm also, „jetzt“ und „in Zukunft“, lokal auf alle anderen wie auch immer räumlich entfernten Sozialpraktiken durch die Schnittstelle des Bluts einzuwirken. Dagegen bleibt der englischen Fraktion nur die Hyp-

nose als paraszientistische Gegenwaffe, mit der sie die von Dracula ferngesteuerte Mina wieder zu ihren Gunsten instrumentalisieren kann (worauf freilich auch Dracula gefasst ist, wenn er die entsprechenden Hypnoseséancen zum teletechnischen Auskundschaften der Winkelzüge seiner Jäger benutzt – 384). Kein Wunder angesichts dieser konsequenten Auflösung zentraler Dichotomien („global“/„lokal“, „techne“/„natura“, „scientia“/„magicus“ und so weiter), dass Harker den transsylvanischen Gesandten trotz, oder wohl vielmehr *wegen*, seiner Abartigkeit in einem Moment der tieferen Einsicht als nachgerade phantasmatische *Verkörperung* der westlichen Sozialordnung erkennt: Graf Dracula „certainly left me under the impression that he would have made a wonderful solicitor, for there was nothing that he did not think of or foresee.“ (44)

Weitere Hinweise auf diese verborgene Affinität der westlichen und der östlichen Sozialordnung, ihre *kontradiktorische* Verbundenheit in einem gemeinsamen Dritten, finden sich an vielen Stellen der Romanhandlung. So verdankt Van Helsing, der Amsterdamer Vampirjäger, Dr. Seward sein Leben, weil dieser eine per Messerstich entstandene Wunde ausleckt und den Professor dadurch vor dem lebensbedrohlichen Wundbrand bewahrt: „When that time you suck from my wound so swiftly the poison of the gangrene from that knife that our other friend, too nervous, let slips“ (148). Noch konsequenter wird das technonaturale Motiv der auf Blut basierenden Sozialbindung anhand der Transfusionen durchgespielt, die der vom Vampir ausgesaugten Lucy das Seelenheil retten soll und doch nicht retten wird. Zum einen dadurch, dass nicht nur Lucys Verlobter Arthur Holmwood (später durch den Tod seines Vaters zum „Lord Godalming“ befördert) mit dem eigenen Blut für das Leben seiner Geliebten eintritt,<sup>20</sup> sondern schließlich auch der Irrenarzt Dr. Jack Seward, der amerikanische Freund Quincey P. Morris und zuletzt Van Helsing selbst sich der nämlichen *operation* unterziehen. Auch, dass dies zunächst ohne das Wissen des Verlobten vorgeht, zeugt von der Intensität der hierbei veranschlagten sozialen Bindungskraft des hybriden Mediums Blut. Zusätzlich pikant wird dieses Plot-Element aber deswegen, weil mit Ausnahme Van Helsing alle anderen Männer zuvor schon um die Hand Lucys angehalten haben. Durch den gemeinsamen Bluttransfer ist aber nicht nur die tiefe Liebe der drei Männer zu Lucy angezeigt, schließlich würde dies allein das Eintreten auch Van Helsing nicht wirklich erklären.

Warum auch Van Helsing bluten muss, erklärt sich vielmehr aus seiner Sozialfunktion, seiner Rolle als charismatische „Führerpersönlichkeit“. Sein Geständnis gegenüber Holmwood/Godalming, dass schließlich *alle* Beteiligten ihr Blut für Lucy gelassen haben, bildet den entscheidenden Faktor bei der Instituierung jenes Männerbunds, der dem Vampir, unterstützt von Mina, zuletzt den Garaus macht. Das Geständnis erfolgt nämlich just bevor Van Helsing den Sarg der Vielgeliebten mit dem Teig von Hostien versiegelt und die inzwischen mutierte Lucy auf diese Weise gefangen hat, um sie daraufhin apotropäisch von Holmwood pfählen, ihr von Seward den Kopf abschneiden und der Leiche zur finalen Erlösung Knoblauch in den Mund stopfen zu lassen. Die technische Materialisierung des im Oblatenteig angezeigten Trans-Substanziationsgeschehens zur magischen Waffe gegen die trans-sylvanische Übermacht zeigt erneut, dass Dracula selbst einen unverfügbaren Grund des *social bonding* freilegt, der auch für die vermeintlich „normale“ Gründung gesellschaftlicher Mikroordnungen im Westen zu veranschlagen ist. Und wohl nicht zufällig

<sup>20</sup> „My life is hers, and I would give the last drop of blood in my body for her.“ (159)



heißt der erfundene Ort, an dem der Bund zwischen den Männern geschmiedet wird, ganz untypisch für Stoker, der ansonsten akribisch auf reale Namensgebung der Schauplätze bedacht ist – „Kingstead“:

Each in turn, we took his [Van Helsing's] hand, and the promise was made. Then said the Professor as we moved off, "Two nights hence you shall meet with me and dine together at seven of the clock with friend John. I shall entreat two others, two that you know not as yet, and I shall be ready to all our work show and our plans unfold. Friend John, you come with me home, for I have much to consult you about, and you can help me. Tonight I leave for Amsterdam, but shall return tomorrow night. And then begins our great quest. But first I shall have much to say, so that you may know what to do and to dread. Then our promise shall be made to each other anew. For there is a terrible task before us, and once our feet are on the ploughshare we must not draw back." (265)

In der finalen Bluthochzeit von Godalming und Lucy (ihre Pfählung findet einen Tag nach ihrer bereits geplanten Hochzeit statt) stiftet sich die mikrologische Sozialordnung des Van Helsing'schen Männerbunds. Das *mysterium tremendum et fascinans*, das die auf Blutopfer gebildete Kommunität auch für die westliche Fraktion darstellt, macht der Text vor allem durch Reminiszenzen an das christliche Ordnungssystem deutlich. Schon Draculas oben zitierte Formulierung des „flesh of my flesh“ verweist auf das Transformationsgeschehen in Genesis 2:23f., wo Adam der aus seiner Hüfte geschaffenen Eva begegnet. Besonders deutlich ist diese Verbindung zum religiösen Bereich auch in den Reden des Van Helsing, der, wie immer wieder angedeutet wird, auch nicht jederzeit „bei sich“ ist und, in Anlehnung an heilige *mania*, immer wieder „[o]utside himself“ (353) und quasi prophetisch kommuniziert. Seine notorischen Verweise auf das Abendmahl, „the Vampire's baptism of blood“ (381) oder, wie in der zuletzt zitierten Passage, die Referenz auf Lukas 9:26 sind hingegen mehr als nur profanierende Verkehrung – oder wie man's nimmt: phantasmatische Übererfüllung – der christlichen Dogmatik.<sup>21</sup> Vor allem sind sie Anzeichen dafür, dass Draculas soziales Handeln ganz allgemein für einen – erneut: je nach *point of view* – „magischen“ beziehungsweise „transzendenten“ oder auch „heiligen“ Grund von Gemeinschaft einsteht, den seine englischen Widersacher sich nach den Vorgaben theologischer (Mikro-)Politik aneignen. Zusammengenommen ermöglicht dies, eine so unsagbare wie unverfügbare Dimension des Sozialen zu thematisieren, die sich – auf faszinierend-abstoßende Weise – nicht nur im übernatürlichen Interaktionsmodus des transsylvanischen Doppelgängers zeigt, sondern als Leerstelle auch in dem vermeintlich natürlichen Modell höchst traditionalistischer englischer Gesellschaftspraxis ihre Wirkung entfaltet. Entsprechend der handlungsemantischen Logik der *Kontradiktion* repräsentiert die Interaktionspraxis des transsylvanischen Grafen, die auf Mittelbarkeit und Kommunikation nicht angewiesen scheint, ein nur im Modus des *Über-Natürlichen* adressierbares *Drittes* sozialer Bindung, das den latenten Fluchtpunkt auch der westlichen Wirklichkeitsordnung bildet und die *westliche* Unterscheidung zwischen gesellschaftlicher Ordnung *im*

<sup>21</sup> Die Lesart vom psychomachischen Showdown vertritt unter anderem Leonard Wolf, der sich als Herausgeber einer umfassend kommentierten *Dracula*-Ausgabe verdient gemacht hat (vgl. Stoker 1993). Dracula als Allegorie des Antichrists zu lesen, in deren Verlauf die westliche Fraktion einen siegreichen Kreuzzug gegen den transsylvanischen Repräsentanten Satans eintritt, greift aber auch dann noch zu kurz, wenn Van Helsing tatsächlich einmal vom Kreuz (354) spricht, das die vier englischen „Ritter“ tragen müssen, oder wenn die vom Vampirismus bedrohte Mitsreiterin Mina wohl nicht zufällig das Anagramm der Anim(a) im Namen trägt.

*Westen* und wilder Barbarei *im Osten* in dem Maße übersteigt, wie sie ihr selbst zutiefst unverfügbar zugrunde liegt.

„Lesen Sie einmal den Text von Wil Martens<sup>22</sup>“, so Niklas Luhmann zu den Hörerinnen und Hörern seiner im Wintersemester 1991/1992 an der Universität Bielefeld gehaltenen Vorlesung zur „Einführung in die Systemtheorie“:

Ich habe einen Sonderdruck bekommen und habe auch einen Brief bekommen und kann den Brief und Sonderdruck lesen, aber wenn ich das lese, stellt sich die Frage, was von dem Verfasser im Text ist oder: was kommuniziert wird. Sicherlich zum Beispiel nicht der Blutkreislauf, der sein Hirn durchblutete, als er den Text geschrieben hat. In dem Text in der *Kölner Zeitschrift* ist kein Blut, die würden das in der Redaktion abwehren, wenn da ein Blutstrom käme. Ein Bewußtseinszustand ist auch nicht da. [...] Das sind Konstruktionen [...] die in der Kommunikation nahe gelegt werden, die aber in der Kommunikation nicht selbst vorhanden sind.<sup>23</sup>

Was Luhmann sich in diesem einigermaßen absonderlichen Beispiel zusammenfantasiert, soll ein Grundprinzip sozialer Interaktion illustrieren: die strikte Trennung von Kommunikation und Bewusstsein/Wahrnehmung. Die für die Systemtheorie fundamentale Unterscheidung zwischen psychischen und sozialen Systemen impliziert, dass man im sozialen Verkehr zwar beobachten, also wahrnehmen und ausdrücken, kann, „daß Handlungen nicht eigenen Erwartungen entsprechen oder dem anderen gar nicht bewußt zu sein scheinen“. Unbeobachtbar, so Luhmann, das heißt erneut: nicht kommunizierbar und nicht wahrnehmbar, sei hingegen nicht nur das Bewusstsein und die Wahrnehmung des Gegenübers, sondern was man daran beobachten könne, sei darüber hinaus, dass „auch das eigene Bewußtsein für sich selbst intransparent ist“ – „Alter ego heißt demnach: er ist für mich ebenso intransparent, wie ich es selbst für mich bin“.<sup>24</sup> Gegenteilige Auffassungen zu diesem systemtheoretischen Modell der sozialen Interaktion – nämlich das „Bewußtsein [...] einen direkten Zugang zu einem anderen Bewußtsein [hat], [...] [was] hieße: sich in dessen bewußte Operationen bewußt einschalten zu können“<sup>25</sup> – verbannt Luhmann in der sechsten Fußnote eines Aufsatzes zum gleichen Thema in den Bereich der Parapsychologie.

Was heißt das für Stokers *Dracula*? Auf den ersten Blick wenig Spektakuläres. Offensichtlich nur, dass auch Literatur im Modus der Fiktion davon erzählen kann, dass aus der Beobachtung von sozialen Handlungen nicht kausal, geschweige denn zweifelsfrei, auf Motive, Absichten oder Intention der Akteure geschlossen werden kann. Solche unverfügbaren Beweggründe sozialen Handelns und Kommunizierens werden bei Stoker schließlich – und das unabhängig von den übernatürlichen Plot-Elementen – vor allem auf den Bereich der Sexualität fokussiert. Die erste Begegnung Harkers mit den Vampirsbräuten ist von einem letztlich nicht vollständig einsehbareren Begehren ebenso geprägt wie später die Heiratsanträge seiner übrigen Mitstreiter an Lucy: Dr. Seward, der bei der Inspektion von Lucys Totengruft beobachten wird, wie Van Helsing Kerzenwachs („sperm“) auf ihren Sarg tropfen lässt, um sich kurz darauf die Leiche „stripped naked“ vorzustellen (242), verhält sich schon bei seinem Heiratsantrag zumindest merkwürdig, und diese Merkwürdig-

<sup>22</sup> Das ist: der in der *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 43 (1991) erschienene Aufsatz „Die Autopoiesis sozialer Systeme“.

<sup>23</sup> Luhmann (2002: 261).

<sup>24</sup> Luhmann (<sup>2</sup>2005/1995: 58).

<sup>25</sup> Luhmann (<sup>2</sup>2005/1995: 58).

keit lässt sich durch eine nicht ganz durchschaubare Diskrepanz zwischen Körperhandlung und Bewusstsein beschreiben, die auch viele andere Beteiligte prägt. Seward verhält sich bei dieser Gelegenheit nicht nur sichtbar nervös und ungeschickt – er setzt sich fast auf seinen Hut –, sondern er hält auch während des gesamten Gesprächs mit Lucy vermeintlich (?) unmotiviert eine Lanzette in der Hand, also ein Stechinstrument, das für kapillare Blutproben oder zur Öffnung von Geschwüren verwendet wird: „in a way that made me [Lucy] nearly scream“ (75). Handlung und Bewusstsein/(Selbst-)Wahrnehmung der Figuren treten auseinander und geben den Blick auf eine letztlich unverfügbare Tiefenschicht frei, die auch vulgär-psychoanalytische Deutungen nur sehr vorhersagbar klären können: ein Nullsummenspiel.

Begünstigt wird die erschwerte Zurechenbarkeit von Handlungsintentionen auf die Kommunikationen der Akteure in *Dracula* auch durch die Struktur der Briefkorrespondenz und der Tagebuchführung. Diese vermitteln einerseits zumindest ansatzweise den Eindruck gleichzeitigen Erzählens im Modus eines spontanen *stream of consciousness*, andererseits bleibt nicht nur der brieflichen Kommunikation ein unverfügbarer Rest eingeschrieben, der sich nur durch Mündlichkeit bergen ließe – ein uneinlösbares Versprechen, will man Luhmanns einleuchtender Trennung von Kommunikation und Bewusstsein folgen. „I am longing to be with you, and by the sea“, schreibt Mina in ihrem ersten Brief an Lucy, „where we can talk together freely“ (71). Auch die Briefe Lucys folgen diesem Muster: „I have nothing to tell you. There is really nothing to interest you“ (72 f.). Tatsächlich aber enthüllt sich noch diese Phrase in dem Moment als *Paralipse*, in dem deutlich wird, dass Lucy sich zwischen ihren drei Liebhabern Seward, Godalming und Quincey P. Morris womöglich einfach nicht entscheiden kann:

I think he [Jack Seward] is one of the most resolute men I ever saw, and yet the most calm. He seems absolutely imperturbable. I can fancy what a wonderful power he must have over his patients. He has a curious habit of looking one straight in the face, as if trying to read one's thoughts. He tries this on very much with me, but I flatter myself he has got a tough nut to crack. I know that from my glass. (73)

Auch dies lenkt das Interesse des Lesers auf Verborgenes (Motive, Intentionen, Entscheidungskonflikte) – ein Begehren nach Einsicht in das Begehren der Figuren, das aber auch dann nicht ganz befriedigt wird, als es noch im selben Brief zum vermeintlichen *aveu* kommt, der zuletzt die Liebe zu Arthur offenbart. Denn auch dieses „Geständnis“ ist ein unfreiwilliges, es ergibt sich erneut aus der Diskrepanz zwischen Kommunikationshandlung und Bewusstsein, aus einem quasifreudianischen Lapsus.<sup>26</sup>

Deutlich spektakulärer wird die Leistung des erzählten Sozialen von *Dracula* hingenommen, wenn man sich vergegenwärtigt, dass nicht nur die Lanzette, mit der Seward beim Heiratsantrag spielt, neben vielem anderen auch das Leitmotiv des Bluts aufruft, das das transylvanische und das englische Lager wie gesehen fundamental verbindet. Vielmehr

<sup>26</sup> „Dress is a bore. That is slang again, but never mind. Arthur says that every day. There, it is all out, Mina, we have told all our secrets to each other since we were children. We have slept together and eaten together, and laughed and cried together, and now, though I have spoken, I would like to speak more. Oh, Mina, couldn't you guess? I love him. I am blushing as I write, for although I think he loves me, he has not told me so in words. But, oh, Mina, I love him. I love him! There, that does me good. I wish I were with you, dear, sitting by the fire undressing, as we used to sit, and I would try to tell you what I feel. I do not know how I am writing this even to you. I am afraid to stop, or I should tear up the letter, and I don't want to stop, for I do so want to tell you all.“ (75)

fantasiert Stokers Erzählentwurf insgesamt eine Wirklichkeitsordnung vor das innere Auge des Lesers, in der genau das möglich ist, was Luhmann in die präsoziale Exklave des Parapsychologischen ausschließt. Denn tatsächlich geht es in *Dracula* um Kommunikation mit Blut, die Figuren bilden As-Soziationen über Blutströme, „da kommen Blutströme“, selbst wenn auch hier die „Redakteure“ der Briefe und Tagebucheinträge dies „abwehren“ wollen.

Die Frage, die sich im Anschluss hieran stellt, ist, ob Stokers Roman all dies auch so erzählen kann, dass sich daran ein besonderer, ästhetischer Modus sozialer Kommunikation/Interaktion beschreiben lässt, der es mit dieser Alterität der erzählten Sozialpraxis aufnehmen kann. Damit befinden wir uns auf der Ebene der erzählerischen Vermittlung, die ganz wesentlich die hierdurch etablierte Beziehung und Interaktion zwischen Text und Leser betrifft und dadurch erste Einsichten in eine soziale Dimension ästhetischer Praxis verspricht.<sup>27</sup>

## Ästhetische Interaktion

Der Prätext zum Roman *Dracula*, so die Herausgeberfiktion, besteht neben Zeitungsmeldungen oder Grundbucheinträgen vor allem aus normalschriftlichen und stenografischen Manuskripten, die unter anderem Briefe oder Tagebucheinträge enthalten. Der überwältigende Großteil dieser Dokumente läuft hinein in Minas Schreibmaschine, „um sie fein chronologisch geordnet als Zeichenmenge sechsundzwanzig gleichbleibender Lettern wieder zu verlassen.“<sup>28</sup> Am Ende steht „a whole connected narrative“ (274), die den Vampirjägern die Grundlage ihrer Detektivarbeit bietet:

And so now, up to this very hour, all the records we have are complete and in order. The Professor took away one copy to study after dinner, and before our meeting, which is fixed for nine o'clock. The rest of us have already read everything, so when we meet in the study we shall all be informed as to facts, and can arrange our plan of battle with this terrible and mysterious enemy. (286)

Wiederholt ist von Inferenzen und Schlussfolgerungen die Rede, die sich nur aus der sorgfältigen Lektüre der gesamten Aufzeichnung in chronologischer Folge ergeben.

Auch für den Handlungsspielraum des Lesers hat dies Konsequenzen, und die zentrale Rolle, die der Leseakt in *Dracula* spielt, wird dementsprechend von Anfang an markiert: „How these papers have been placed will be made manifest clear in the reading of them“, informiert uns ein anonymer Herausgeber (xxiv). Der Roman endet hingegen mit dem folgenden Hinweis Harkers:

I took the papers from the safe where they had been ever since our return so long ago. We were struck with the fact, that in all the mass of material of which the record is composed, there is hardly one authentic document. Nothing but a mass of typewriting, except the later notebooks of Mina and Seward and myself, and Van Helsing's memorandum. We could hardly ask any one, even did we wish to, to accept these as proofs of so wild a story. (449)

<sup>27</sup> Vgl. nochmals die wegweisenden Studien Wolfgang Iser, der die bedeutungsstiftende Dynamik des Lesevorgangs als Resultat von Rezeptionshandlungen beschreibt, die aus den Strukturgegebenheiten des Textsystems selbst heraus ermittelt werden können. Der hier verfolgte Ansatz gilt wie schon bei Iser dem *impliziten* Leser als „Aktanten“ und nicht etwa psychologisierbaren „Akteuren“.

<sup>28</sup> Kittler (1993: 42).

Die Originale hat Dracula zwischenzeitlich während eines der Scharmützel verbrannt, die maschinenschriftlichen Kopien wie auch die Durchschläge dieser Kopien fanden sich zu dieser Zeit aber bereits sicher im unzugänglichen Safe verwahrt. Inwieweit die *novel* dadurch „History as fact“ repräsentiert, wie das Präskriptum des anonymen Herausgebers zunächst noch ankündigt, ist damit zumindest einem fundamentalen Zweifel anheimgestellt. So gehorcht der Roman schon in seiner Rahmungshandlung einer typisch phantastischen Ambivalenzstruktur, die fortwährend zur *hésitation* anreizt.<sup>29</sup>

Dies bestätigt sich auch in der Binnenfiktion, also im Rahmeninneren der Erzählung, das eine Fülle von entsprechenden Ambiguitätsmarkern aufweist, wenn etwa die verschiedenen Figuren immer wieder ihren Verstand einzubüßen drohen, was entweder auf die Durchschlagskraft der unerhörten Ereignisse oder aber lediglich auf die von Anfang an für Störungen anfällige Urteilskraft der Beteiligten verweist. *Hypodiegesen*, also Erzählungen innerhalb der innenperspektivisch vermittelten und damit kognitiv und perzeptiv ohnehin stark limitierten Erzählungen der Figuren, unterminieren die Glaubwürdigkeit des Erzählten zusätzlich.

Kommunikation, die mit zur Entstehungszeit des Romans avanciertesten Medientechniken (Telegramm, Phonograph und so weiter) bewerkstelligt wird, erweist sich als entscheidende zivilisatorische Waffe im Kampf gegen den subliminal agierenden Bösewicht. Als die Männer sich dazu entschließen, Mina aus ihrer Kommunikation auszuschließen (um sie zu schonen), erleiden sie einen herben Rückschlag, der dazu führt, dass der Vampir sich wie oben zitiert ungestört an Mina vergehen kann. Und doch erweisen sich die für die Krisenbewältigung so wichtigen Kommunikate aus Leserperspektive grundsätzlich als potenziell unverlässlich; sie stellen nachhaltig vor die Frage, ob es sich bei dem ganzen Geschehen nur um ein Hirngespinnst kollektiv Irrgeleiteter, also um eine Art Gruppenhysterie, handelt, oder ob es tatsächlich diese zweite gesellschaftliche Realität hinter der gesellschaftlichen Realität gibt, die die Beteiligten fortwährend bereden, erleben und reflektieren.

Einen entscheidenden Höhepunkt erfährt nicht nur diese phantastische Ambivalenzstruktur, sondern auch die dadurch induzierte Text/Leser-Interaktion, als die Figuren nicht mehr nur wechselseitig lesen, was sie jeweils geschrieben haben, sondern beginnen zu beschreiben, wie sie in der binnenfiktionalen Realität bestätigt (oder nicht bestätigt) finden, was schon andere Figuren an gleichem Ort und gleicher Stelle zu einem früheren Zeitpunkt erlebt (zu) haben (glauben) und ihrerseits niedergeschrieben haben. Dies ist nach der maschinellen Niederschrift Minas immer wieder der Fall, wird aber besonders im letzten Kapitel rückwirkend zum strukturbildenden Prinzip für den gesamten Roman.

Folgendes „Memorandum“ Abraham Van Helsings findet sich in Mina Harkers Tagebuch (und auch die Tatsache, dass es sich um eine solche hypodiegetische Einfügung han-

<sup>29</sup> Die zentralen Strukturmerkmale phantastischer Texte lassen sich Todorov zufolge durch das Wirkziel der *hésitation* (vgl. Todorov 1976: 36) erklären, die eine massive Verunsicherung des Lesers hinsichtlich des ontologischen Status der dargestellten Wirklichkeit impliziert und in eine *perception ambiguë* mündet, die die konkurrierenden und einander ausschließenden Angebote des Textes zur Erklärung des phantastischen Ereignisses gleichermaßen plausibel hält: „ou bien il s’agit d’une illusion des sens, d’un produit de l’imagination et les lois du monde restent alors ce qu’elles sont; ou bien l’événement a véritablement eu lieu, il est partie intégrante de la réalité, mais alors cette réalité est régie par des lois inconnues de nous. [. . .] Le fantastique occupe le temps de cette incertitude. [. . .] La possibilité d’hésiter entre les deux crée l’effet fantastique“ (Todorov 1976: 19 f.).

delt, kann als weiterer Hinweis auf die hier sich abzeichnende reziproke Rezeptionsstruktur gelten):

We got to the Borgo Pass just after sunrise yesterday morning. When I saw the signs of the dawn I got ready for the hypnotism. We stopped our carriage, and got down so that there might be no disturbance. I made a couch with furs, and Madam Mina, lying down, yield herself as usual, but more slow and more short time than ever, to the hypnotic sleep. As before, came the answer, "darkness and the swirling of water." Then she woke, bright and radiant and we go on our way and soon reach the Pass. At this time and place, she become all on fire with zeal. Some new guiding power be in her manifested, for she point to a road and say, "This is the way." "How know you it?" I ask. "Of course I know it," she answer, and with a pause, add, "Have not my Jonathan travelled it and wrote of his travel?" At first I think somewhat strange, but soon I see that there be only one such byroad. It is used but little, and very different from the coach road from the Bukovina to Bistritz, which is more wide and hard, and more of use. So we came down this road. When we meet other ways, not always were we sure that they were roads at all, for they be neglect and light snow have fallen, the horses know and they only. I give rein to them, and they go on so patient. By and by we find all the things which Jonathan have note in that wonderful diary of him. (429 f.)

Wir haben es also mit einer *rekursiven* Struktur zu tun: Die Beteiligten schreiben ihre Erlebnisse für andere nieder, die dadurch in ihrer Erfahrung vorstrukturiert das Gelesene mit dem von ihnen Erlebten niederschreibend abgleichen und das Geschriebene damit prinzipiell auch dem ersten Schreiber wieder zur neuerlichen Affirmation oder Revision des eigenen Erlebten und Geschriebenen zur Verfügung stellen – *ad infinitum*, auch hier: ein perfekter Kreislauf.<sup>30</sup>

Die zitierte Passage erweist sich jedoch, auch darin repräsentativ für den Gesamtroman, als weitaus komplexer. *Ob* Mina den Weg zum Schloss des Grafen aus den Tagebucheinträgen ihres Manns Jonathan (Harker) kennt oder *ob* sie, sei's durch den zuvor von Van Helsing erzeugten Zustand der Hypnose, sei's durch den früheren Blutaustausch, sich dem Bewusstseinszustand, der „new guiding power“, des Vampirs bereits vollständig und unmittelbar anverwandelt hat, bleibt offen – lenkt aber den Verdacht entsprechend der phantastischen Genrekonvention vor allem auf die letzte Möglichkeit. Gleiches könnte damit rückwirkend aber auch für alle übrigen Beteiligten und ihre Wirklichkeitsprotokolle gelten. Nicht nur Mina zögert, und thematisiert dieses Zögern, als sie das Wort „Vampir“ in ihr Diarium schreibt – „why did I hesitate to write the word . . .“ (418) – auch Van Helsing selbst evoziert eine analoge Rezeptionshaltung:

God be thanked that we have once again a clue, though whither it may lead us we know not. We have been blind somewhat. Blind after the manner of men, since we can look back we see what we might have seen looking forward if we had been able to see what we might have seen! Alas, but that sentence is a puddle, is it not? (371 f.)

Van Helsing verquaste Einsicht beschreibt, wie Bewusstsein, also Selbstwahrnehmung, dadurch stattfindet, dass es voranschreitet, indem es „zurückblickt“. Bewusstsein

<sup>30</sup> Das Prinzip der Rekursion oder Rückkopplung (*feedback*) besagt: „Eine Kausalkette, in der Ereignis a Ereignis b bewirkt, b dann c verursacht und c seinerseits d usw. würde die Eigenschaften eines deterministischen, linearen Systems haben. Wenn aber d auf a zurückwirkt, so ist das System zirkulär und funktioniert auf völlig andere Weise.“ (Watzlawick <sup>8</sup> 1990: 33) Für die Verwendung des Prinzips der Rekursion zur Beschreibung des Leseakts vgl. Iser (1976) sowie als allgemeines Prinzip kultureller Evolution siehe Iser (2000).

operiert gleichsam mit dem Rücken zur Zukunft, nicht proflexiv, sondern reflexiv. Es bewegt sich gegen die Zeit in die Vergangenheit, sieht sich selbst dabei ständig von hinten und an der Stelle, wo es schon gewesen ist, und deshalb kann nur seine Vergangenheit ihm mit gespeicherten Zielen und Erwartungen dazu verhelfen, an sich selbst vorbei die Zukunft zu erraten.<sup>31</sup>

Die Nähe zu Isters Phänomenologie ästhetischer Rezeption ist auffallend.<sup>32</sup> – Was aber, wenn noch die von Van Helsings retrospektiv thematisierten „Zukunftserwartungen“<sup>33</sup> durch die telepathische Kommunikation *Draculas* hervorgerufen wären? „Our old fox is wily. Oh! So wily, and we must follow with wile. I, too, am wily and I think his mind in a little while.“ (371 f.) In letzter Konsequenz übersteigt dies die Vorstellung vom Akt des Lesens als einem zum fiktionalen Vorstellungsgegenstand „verschmelzenden“ Bewusstseinsvorgang im Sinne „ständig modifizierte[r] Erwartungen und erneut abgewandelte[r] Erinnerungen“.<sup>34</sup> Und dies nicht nur, weil die hierbei angenommene Dialektik von Protention und Retention auf übernatürliche und dementsprechend unverfügbare Weise bereits die Vorstellungsinhalte der Figuren bestimmt, auf denen unsere ästhetischen Konkretionen im Verlauf der Lektüre basieren. Womöglich, so das phantastische Lektüreangebot, lesen wir selbst nicht nur immer schon und immer nur die telepathisch erzeugten Kommunikate des draculeischen Bewusstseins-/Wahrnehmungssystems, womöglich befinden wir uns selbst, gleichsam mit Fleisch und Blut, immer schon und immer nur im transsylvanischen Sozialmodus von Interaktion und Kommunikation. Zumindest für die Dauer der Illusionskraft einer übernatürlich-magischen Lesart erscheint die Koppelung von ästhetischer Interaktion/Kommunikation an unsere fiktionalen Bewusstseinsbildungen als ebenso durchschlagend ferngesteuert wie die fiktiven Wirklichkeitskonstrukte der Figuren auf der Ebene der dargestellten Welt.<sup>35</sup>

In dieser Lesart bildet *Dracula* eine Art von literarischer As-Soziation und kommunikativer Praxis, die einen Bereich jenseits von Kommunikation adressiert. Die Bewusstseinsprozesse der Protagonisten gewinnen über ihre Kommunikation und die darin per Affekt und Imagination involvierten Leser in dem Maße die Oberhand, dass sie immer wieder den Fall einer präkommunikativen Sozialform suggerieren, die ähnlich nur in gesellschaftlichen Interaktionsformen und lebensweltlichen Grenzphänomenen wie Sex, Tanz, Rausch oder Sport zu finden sind.<sup>36</sup> Im Regelfall gesellschaftlicher Interaktion dagegen

<sup>31</sup> Luhmann (<sup>2</sup>2005/1995: 61 f.).

<sup>32</sup> „Das Erinnernte wird neuer Beziehungen fähig, die ihrerseits nicht ohne Einfluß auf die Erwartungslenkung der einzelnen Sätze in der Satzfolge bleiben. So spielen im Lesevorgang ständig modifizierte Erwartungen und erneut abgewandelte Erinnerungen ineinander [. . .]. Jeder Augenblick der Lektüre ist eine Dialektik von Protention und Retention, indem sich ein noch leerer, aber zu füllender Zukunftshorizont einem kontinuierlich ausbleichenden Vergangenheitshorizont so vermittelt, daß die beiden Innenhorizonte des Textes miteinander verschmelzen können. In dieser Dialektik aktualisiert sich das unformulierte Potential des Textes.“ (Iser 1975b: 258)

<sup>33</sup> Luhmann (<sup>2</sup>2005/1995: 61 f.).

<sup>34</sup> Luhmann (1992: 255).

<sup>35</sup> Zur poetologischen Faszination durch solche magischen Kommunikationsmodelle um 1900 vgl. Robert Stockhammer (2000: besonders 57 ff.).

<sup>36</sup> Sachverhalt, der nebenbei gesagt auch die Nähe von Stokers Roman zur Populärkultur erklären und unter anderem den Ausgangspunkt für Untersuchungsperspektiven im Sinne der eingangs genannten dritten Fragestellung eröffnen könnte, die hier nicht näher verfolgt werden kann; vgl. zu wertvollen Grundlagen für entsprechende Ansätze etwa Huck und Zorn (2007) sowie Fuchs und Heidingsfelder (2004).

werden die Möglichkeiten der reflexiven Wahrnehmung typisch auf Kommunikation hin gestrafft. Der Sprechprozeß dominiert die Wahrnehmung. Wie wenig dies den besonderen Möglichkeiten der Wahrnehmung gerecht wird, erkennt man dort, wo diese Ordnung herumgedreht wird in dem Versuch, die kommunikationsfreie Abstimmung der Perspektiven, die durch reflexive Wahrnehmung ermöglicht wird, in ihren eigenen Möglichkeiten zu steigern. Das setzt eigens dafür präparierte Situationen voraus, in denen gerade weitgehender Verzicht auf explizite Kommunikation erwartet werden kann. Präkommunikative Sozialität wird mit besonderen Ansprüchen an Körperbezug und auf Kosten von Kommunikation intensiviert: [...] Hier ist das Verhältnis von reflexiver Wahrnehmung und Kommunikation geradezu umgekehrt.<sup>37</sup>

Kommunikation und soziale Interaktion beginnen mit der Entscheidung darüber, ob die mitgeteilte und verstandene Information akzeptiert oder abgelehnt wird, so eine nachvollziehbare Formulierung Luhmanns. Die Nachricht wird geglaubt oder nicht.<sup>38</sup> Im Falle der phantastischen Doppelungsstruktur von *Dracula* ist dieses Prinzip sozialen Handelns wie gesehen komplexer und verdeutlicht dabei ein so zentrales wie spezifisches Konstitutionsmoment der Instituierung von Interaktion im Modus literarischer Kommunikation. Wir glauben das, was wir lesen, *und* wir glauben es nicht und glauben stattdessen etwas jeweils anderes, das dem jeweils Geglaubten zunächst im Sinne von *Kontrarität* widerspricht – bezogen auf den hier paradigmatisch genommenen Fall *Dracula* formuliert: Die dargestellte Wirklichkeit des Romans ist *entweder* ein *monde merveilleux* oder ein rationalisierbarer *monde étrange*. In beiden Fällen scheinen die Kommunikationshandlungen der Figuren zunächst noch ihren eigenen Intentionen, Motiven und Bewusstseinszuständen zurechenbar, auch wenn hierbei wie oben gesehen ein unhintergebarer Rest an Intransparenz bleibt, der jedoch Kommunikation provoziert und dadurch zugleich fördert. Im Fortgang der Lektüre tritt diese Vorstellungsbildung dagegen in weitaus folgenreicherer Weise mit der Möglichkeit eines übernatürlichen Kommunikationsgeschehens in Konkurrenz. Demzufolge wären die Kommunikatoren von ihrem Bewusstsein radikal entkoppelt<sup>39</sup> und direkt mit dem Draculas verschaltet. Infolgedessen sieht sich der Leser als Aktant innerhalb dieses ästhetischen Kommunikationsgeschehens in ein veritables *double bind*, in eine paradoxe Form von Interaktion und Verstehen, hineinmanövriert, die die genannte Ausgangsopposition von *monde merveilleux* und *monde étrange* im Sinne einer *Kontradiktion* auf ein unbestimmtes Drittes sozialer Praxis hin öffnet.<sup>40</sup>

<sup>37</sup> Kieserling (1999: 119).

<sup>38</sup> „Communication leads to a decision whether the uttered and understood information is to be accepted or rejected. A message is believed or not. This is the first alternative created by communication and with it the risk of rejection. It forces a decision to be made that would not have occurred without the communication. In this respect all communication involves risk. This risk is a very important morphogenetic factor because it leads to the establishment of institutions that guarantee acceptability even in the case of improbable communications.“ (Luhmann 1992: 255)

<sup>39</sup> Ausgehend von der oben genannten Prämisse, dass „Kommunikation selbst [...] überhaupt nicht wahrnehmen“ und somit bewusstlos „gewissermaßen im Dunkeln und im Geräuschlosen“ funktioniert (Luhmann 2002: 270 f.), spricht Luhmann von „strukturelle[r] Kopplung [...] zwischen Bewußtsein und Kommunikation“ oder von einem „Einschluß-Ausschluß-Effekt“, der zur Folge hat, „daß die Kommunikation auf Bewußtsein und nur auf Bewußtsein anspricht und deshalb die Empfindlichkeit oder Irritabilität durch Bewußtseinsvorgänge auch steigern kann.“ (Luhmann 2002: 274) Zur Sprache als „Mechanismus“ dieser Koppelung vgl. Luhmann (2002: 275).

<sup>40</sup> Paradoxe Interaktionsverhältnisse entstehen nach Watzlawick immer dann, „wenn eine Mitteilung gegeben [wird], die a) etwas aussagt, b) etwas über ihre Aussage aussagt und c) so zusammengesetzt ist, dass diese beiden Aussagen einander negieren bzw. unvereinbar sind. [...] Obwohl also die Mitteilung logisch sinnlos



Entweder die übernatürliche Variante wird geglaubt, dann aber ist zu berücksichtigen, dass alle Kommunikationshandlungen, die narrativ vermittelt werden, bereits von einem zutiefst und durchsichtigen Handlungssubjekt infiziert sind. Bewusstsein und Kommunikation kippen sodann in dem weitaus radikaleren Maße ineinander, wie die vampirischen Intentionen, Motive, Begehren und so weiter sich einer Kausalbegründung ebenso wie einer *strukturierbaren* Koppelung von Kommunikation und Bewusstsein konstitutiv entziehen. Warum Dracula jenseits des eigenen Über-Lebens-Drangs dem sozietätsstiftenden Prinzip des Blutes folgt, kann der Roman schließlich gerade unter den Auspizien der übernatürlichen Lesart nur als *das* zentrale und zu vielfältigen Deutungen anregende Mysterium, das aber heißt: *als* konstitutive *Leerstelle* (Iser) setzen. Letztlich manifestiert sich in den Handlungen Draculas ein lediglich negatives Prinzip, das der Text nur auf transzendente Leerformeln wie „das reine Böse“, „das nackte Leben“, „Satan“ und so weiter zu bringen oder durch entsprechende Gegenstrategien aus dem Geltungsbereich einer politischen Theologie zu bewältigen vermag. Handlungsintentionen, Motive und Absichten sind in diesem Kommunikations- und Sozialmodell aber auch deswegen schon nicht mehr vorauszusetzen, weil soziale Interaktion sich hier wie gesehen nach dem hypernaturalen Muster eines signalgesteuerten Blutkreislaufs quasi direkt zu vollziehen scheint und dementsprechend auf regulierende Kontexte, Rahmen und vorstrukturierende Handlungsmuster<sup>41</sup> gar nicht mehr angewiesen ist. Entscheidet sich der Leser dagegen für die andere Lesart und damit gegen die Annahme eines *monde merveilleux*, um die Wahnsinns- und Gruppenhysteriethese als Rationalisierungsform zu mobilisieren, dann sind die vermittelten Kommunikationshandlungen Äußerungsobjekten zuzuschreiben, die radikal neben sich stehen und des Koppelungspotenzials an kommunikativ vermittelbare, sozial vorstrukturierte und in bestimmten Handlungsrahmen berechenbare Formen der Selbst- und Fremderfahrung nicht weniger verlustig gegangen sind als der unheimliche Interakteur aus Transsylvanien. In beiden Fällen wird kommunikativ also ein unheimlicher Grund des Sozialen adressiert, der den Formen gesellschaftlicher As-Sozierung so unverfügbar vorgeordnet ist, wie er als *Movens* der durch ästhetische Interaktion erzeugten Fiktionalisierung gesellschaftlicher Praxis wirksam wird.

## Literarische Kommunikation als gesellschaftliche Praxis

Nach einer zentralen Einsicht André Kieserlings ist als wesentliches Merkmal von sozialer Interaktion neben „undifferenzierte[n] Teilnahmechancen“, die zu einer außergewöhnlichen „Verdichtung und Konkretheit des sozialen Kontaktes“<sup>42</sup> führen, auch eine konstitutive „Offenheit“ der hierfür charakteristischen Kommunikationssituation anzunehmen: „Wären die Beteiligten in jeder Hinsicht determiniert, dann gäbe es zwischen ihnen auch keine Interaktion.“<sup>43</sup> Dieses Merkmal teilt gesellschaftliche Interaktion mit

---

ist, ist sie eine pragmatische Realität. Man kann nicht nicht auf sie reagieren, andererseits aber kann man sich ihr gegenüber auch nicht in einer angebrachten (nichtparadoxen) Weise verhalten. Paradoxe Kommunikations-handlungen machen die Wahl unmöglich. Weder die eine noch die andere Alternative steht tatsächlich offen, und ein selbstverzweigender, oszillierender Prozeß wird in Gang gesetzt.“ (Watzlawick <sup>8</sup>1990: 201)

<sup>41</sup> Vgl. Latour (1996).

<sup>42</sup> Kieserling (1999: 36).

<sup>43</sup> Kieserling (1999: 87).

der für fiktionale Kommunikationssituationen charakteristischen Unbestimmtheit,<sup>44</sup> implizieren die hier referierten Überlegungen Kieserlings doch eine relative Unabhängigkeit der gesellschaftlichen Praxis von den vorgegebenen Codes der Sozialsysteme (Wirtschaft, Politik, Recht und so weiter), die sich dem Spielraum ästhetischer und fiktionaler Zeichenpraktiken gegenüber den konventionsstabilen Semantiken der Textumwelt<sup>45</sup> verwandt erweist: „Interaktion wird nicht durch Codierung erzeugt. [. . .] Die Codes der gesellschaftlichen Funktionsbereiche definieren also nicht die Autopoiesis der Interaktion.“<sup>46</sup> Während makrosozial beschreibbare Gesellschaftsstrukturen weitgehend „interaktionsindifferent“<sup>47</sup> gebildet sein müssen, um die notwendige Systemstabilität zu erzeugen und nicht jederzeit durch weitgehend individualisierte und letztlich unkalkulierbare Praktiken irritiert zu werden, sind ästhetische Individualpragmatiken paradoxerweise gerade infolge ihrer höheren Institutionalisierung nicht weniger, sondern mehr noch als soziale Interaktionsformen im Allgemeinen durch eine potenzielle „Distanzierung von der Gesellschaft in der Gesellschaft“<sup>48</sup> gekennzeichnet. Dadurch ist hier in noch höherem Maße ausgeschlossen, „daß die Gesellschaft in der Interaktion unmittelbar wirksam wird.“<sup>49</sup>

Literarische Kommunikation, so ließen sich die bisherigen Überlegungen zusammenfassen, verschaltet Text und Leser auf erwartbar unerwartbare Weise so, dass ein Übergangsbereich zwischen Bewusstsein und Kommunikation, zwischen Psychischem und Sozialem zur Anschauung und Erfahrung kommt, der weder in der Annahme eines sozialen „Ganzen“ noch im vermeintlichen Refugium individueller Innerlichkeit aufgeht. Ästhetische Praxis als spezifische Ausprägung sozialer Interaktion provoziert auf der Ebene der Inhalte wie auch ihrer kommunikativen Vermittlung unter anderem „eine hochverfeinerte Sensibilität, die dann beispielsweise nicht nur die Kommunikation, sondern auch

<sup>44</sup> „Streng genommen ist der fiktionale Text situationslos; er ‚spricht‘ bestenfalls in leere Situationen hinein [. . .]. Diese Leere indes wird im Dialogverhältnis von Text und Leser als Antriebsenergie wirksam, nun die Bedingungen der Verständigung zu erzeugen, damit sich ein Situationsrahmen herauszubilden vermag, über den Text und Leser zur Konvergenz gelangen.“ (Iser 1975c: 294)

<sup>45</sup> Vgl. Iser (1991: 396).

<sup>46</sup> Kieserling (1999: 80).

<sup>47</sup> Kieserling (1999: 63).

<sup>48</sup> Kieserling (1999: 62).

<sup>49</sup> Kieserling (1999: 98 f.). Nach Kieserling bezeichnet Interaktion einen „Sachverhalt, der die Personen in Hörweite und ihre Körper in Griffnähe bringt. Eine Interaktion kommt nur zustande, wenn mehrere Personen füreinander wahrnehmbar werden und daraufhin zu kommunizieren beginnen.“ (Kieserling 1999: 15) Dies bildet ein Ausschlusskriterium schriftlicher, also auch literarischer Kommunikationsformen aber nur für den Fall einer akteurszentrierten Perspektive. Unter der Annahme von Text und Leser als Aktanten in einem Kommunikationsprozess lassen sich die Einsichten Kieserlings mit Gewinn auch auf ästhetische Interaktionsformen im schriftlichen Medium übertragen, da der Begriff des Aktanten, die Vorstellung einer lokal-mündlichen *Face-to-face*-Kommunikation im Sinne einer „Begegnung von Angesicht zu Angesicht zwischen individuellen, intentionalen und zweckgerichteten menschlichen Wesen“ (Latour 2007: 331) ohnehin konstitutiv übersteigt: „In den meisten Situationen sind Handlungen bereits von Anfang an der Interferenz von heterogenen Entitäten unterworfen, die nicht dieselbe lokale Präsenz haben, nicht aus derselben Zeit stammen, nicht gleichzeitig sichtbar sind und nicht gleich viel Druck ausüben. Das Wort ‚Inter-Aktion‘ war nicht schlecht gewählt; nur Anzahl und Typus der ‚Aktionen‘ sowie die Spanne ihrer ‚Inter‘-Dependenzen wurde gewaltig unterschätzt.“ (Latour 2007: 348) Für *Dracula* gilt dies insbesondere deswegen, weil hier narrative Fiktionsformen vorherrschen, die die Differenz schriftlicher Kommunikation *in absentia* und mündlicher Interaktion *in praesentia* wie gesehen dadurch nivellieren, dass die Beteiligten ihre Kommunikate immer wieder gemeinsam rezipieren und dadurch auch im schriftlichen Medium konzeptionelle Formen von Mündlichkeit und „Kommunikation unter Anwesenden“ simulieren (zur transmedialen Unterscheidung zwischen konzeptioneller Mündlichkeit und Schriftlichkeit vgl. Koch und Oesterreicher 1990: 5).

das sonstige Körperverhalten ernstnehmen“ muss.<sup>50</sup> Körperlich spürbare Differenzen im Wahrnehmungs- und Bewusstseinsprozess, die im sozialen Kommunikationsprozess ignoriert werden, können hier auf besondere Weise zum Tragen kommen, um so wiederum „eine höhere Selektivität [der] kommunikativen Prozesse gegenüber dem Wahrnehmungsbereich“<sup>51</sup> zu eröffnen und umgekehrt.<sup>52</sup>

Inwieweit *Dracula* auf dieser spezifischen Beziehungsebene ästhetischer Interaktion einen so unhintergehbaren wie unverfügbaren Indifferenzbereich sozialer Bindung zur Anschauung bringt, zeigt der vergleichende Blick auf all jene äußerst mühsamen nichtliterarischen Formulierungsversuche, die einen analogen Bereich gesellschaftlicher Erfahrung zu adressieren versuchen.

Nicht nur Luhmann fantasiert wie gesehen einigermaßen unbeholfen von Blutströmen, wenn er den präkommunikativen Grenzbereich des Sozialen zu thematisieren versucht. Vergleichbares gilt auch für Cornelius Castoriadis' Verortung einer gesellschaftsbildenden Dynamis im so genannten Magma eines „radikal Imaginären“<sup>53</sup> oder für John Laws Rede von einer „Reihe unentschiedener Potentialitäten und eines letztlich unbestimmbaren Stroms.“<sup>54</sup> Und nicht weniger gilt dies im übrigen für Latours Modell eines „actors network“, das auf einem „Plasma“ (!) aufruhe, das „zum Handeln gebracht wird durch ein großes sternförmiges Geflecht von Mittlern, die in es und aus ihm herausströmen.“<sup>55</sup> In diesen und anderen Paraphrasen des soziologischen *explanandum* zeigen sich phantasmatische und literarisch wenigstens nicht völlig überzeugende Ersatzbildungen, mit denen – bei überraschend homologen semantischen Herkunftsbereichen – eine konstitutive Leerstelle der Gesellschaft durch metaphorische Mystifikationen in einer Weise kompensiert wird, die den Geltungs- und Kompetenzbereich (sozial)wissenschaftlicher Praxis – gelinde gesagt – *etwas* übersteigen.

„Der Ursprung der Gesellschaft ist der Gesellschaft immer nur auf dem Umweg über nachträgliche Repräsentanzen zugänglich“,<sup>56</sup> und diese Repräsentanzen enthalten immer auch Anteile von Ausgedachtem und Vorgestelltem.<sup>57</sup> Dementsprechend überbietet *Dracula* im literarischen Erzählen von Gesellschaft die *Kontrarietät* von Bewusstsein und Kommunikation, von Psychischem und Sozialem und ermöglicht über die ästhetische Praxis ihrer Vermittlung die Erfahrung ihrer *Kontradiktion*. Wenn die durch imaginäre Vorstellungsinhalte gesättigte Erfahrung von Sozialem in ästhetisch motivierten Interaktionskrei-

<sup>50</sup> Kieserling (1999: 63 f.).

<sup>51</sup> Kieserling (1999: 74).

<sup>52</sup> Vgl. unter weitgehender Ausblendung der Sozialdimension ästhetischer Kommunikation dem Grundansatz nach ähnlich schon Dietrich Schwanitz (1996: 497): „Literature would accordingly be a special form of communication, referring to the difference between communication and perception and making use of this difference for recombinations, rapprochments, thematization, and for emphasizing the inaccessibility of consciousness to communication.“

<sup>53</sup> Castoriadis (1975/1984: 225 f.).

<sup>54</sup> Law (2004: 144).

<sup>55</sup> Latour (2007: 375).

<sup>56</sup> Lüdemann (2004: 6).

<sup>57</sup> Vgl.: „This superiority of consciousness to communication (to which, of course, a superiority of communication to consciousness corresponds in the converse system reference) becomes completely clear when one realizes that consciousness is not only concerned with words and vague word and propositional ideas but also and preeminently with perception and with the imaginative depiction and effacement of images. Even during speaking, consciousness is incessantly concerned with perceptions.“ (Luhmann 1992: 258)

läufen womöglich zwanghafter zwanglos aktiviert werden kann als in kontextuell *anders* regulierten und institutionell *anders* vorstrukturierten Sozialpraktiken, wären damit wenigstens ansatzweise einige der zentralen Bedingungen benannt, unter denen literarische Texte Soziales weitgehend autonom *konstituieren*. Der eingangs formulierten These zufolge wären diese Rahmenbedingungen literarischer Praxis allen sekundären Verfahren einer interdisziplinär orientierten Kontexterschließung von Literatur notwendig vorzuordnen.

## Literatur

- ARATA, Stephen D. (2003). „Dracula’s Crypt: Bram Stoker, Irishness, and the Question of Blood“, *Victorian Studies – Victorian Studies* 45, 536–537.
- BELFORD, Barbara (1996). *Bram Stoker: a biography of the author of Dracula*. New York.
- BENVENISTE, Émile (1966). *Problèmes de linguistique générale*. 2 Bde. Paris.
- BERG, Henk DE (1991). „Text – Kontext – Differenz. Ein Vorschlag zur Anwendung der Luhmannschen Systemtheorie in der Literaturwissenschaft“, *Spiel. Siegener Periodicum zur Internationalen Empirischen Literaturwissenschaft* 10, 191–206.
- CARTER, Margaret L. (Hrsg., 1988). *Dracula: the vampire and the critics*. Ann Arbor.
- CERTEAU, Michel DE (1988). *Kunst des Handelns*. Berlin.
- FUCHS, Peter und Markus HEIDINGSFELDER (2004). „Music no Music Music: Zur Unhörbarkeit von Pop“, *Soziale Systeme* 10(2), 292–323.
- GOFFMAN, Erving (1976). *Wir alle spielen Theater: die Selbstdarstellung im Alltag*. München.
- GOFFMAN, Erving (1980). *Rahmen-Analyse ein Versuch über die Organisation von Alltagserfahrungen*. Frankfurt am Main.
- GREEN, Jared F. (2007). „No ‚Mere Modernity‘: Biopolitics, Media, and the Breeding of the Modern Consumer in Bram Stoker’s Dracula“, in: Tamara S. WAGNER und Narin HASSAN (Hrsg.). *Consuming culture in the long nineteenth century. Narratives of consumption, 1700–1900*. Lanham, MD, 255–273.
- GREIMAS, Algirdas Julien und Joseph COURÉS (1979). *Sémiotique: dictionnaire raisonné de la théorie du langage*. Paris.
- HUCK, Christian und Carsten ZORN (Hrsg., 2007). *Das Populäre der Gesellschaft. Systemtheorie und Populärkultur*. Wiesbaden.
- HUGHES, William (2000). *Beyond Dracula: Bram Stoker’s fiction and its cultural context*. New York.
- ISER, Wolfgang (1975a). „Die Appellstruktur der Texte. Unbestimmtheit als Wirkungsbedingung literarischer Prosa“, in: Rainer WARNING (Hrsg.). *Rezeptionsästhetik: Theorie und Praxis*. München, 228–252.
- ISER, Wolfgang (1975b). „Der Lesevorgang“, in: Rainer WARNING (Hrsg.). *Rezeptionsästhetik: Theorie und Praxis*. München, 253–276.
- ISER, Wolfgang (1975c). „Die Wirklichkeit der Fiktion. Elemente eines funktionsgeschichtlichen Textmodells der Literatur“, in: Rainer WARNING (Hrsg.). *Rezeptionsästhetik: Theorie und Praxis*. München, 277–324.
- ISER, Wolfgang (1976). *Der Akt des Lesens: Theorie ästhetischer Wirkung*. München (utb; 636).
- ISER, Wolfgang (1991). *Das Fiktive und das Imaginäre: Perspektiven literarischer Anthropologie*. Frankfurt am Main.
- ISER, Wolfgang (2000). *Kultur: ein Rückkoppelungsprozess*. Berlin.
- KIESERLING, André (1999). *Kommunikation unter Anwesenden: Studien über Interaktionssysteme*. Frankfurt am Main.

- KITTLER, Friedrich (1993). „Draculas Vermächtnis“, in: Friedrich KITTLER (Hrsg.). *Draculas Vermächtnis*. Leipzig, 11–57.
- KOCH, Peter und Wulf OESTERREICHER (1990). *Gesprochene Sprache in der Romania. Französisch, Italienisch, Spanisch*. Tübingen (Romanistische Arbeitshefte; 31)
- LATOUR, Bruno (1996). „On Interobjectivity“, *Mind, Culture, and Activity* 3(4), 228–245.
- LATOUR, Bruno (2007). *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt am Main.
- LAW, John (2004). *After method: mess in social science research*. London und New York.
- LEVINSON, Stephen C. (1983). *Pragmatics*. Cambridge [Cambridgeshire] und New York.
- LOTMAN, Jurij (1972). *Die Struktur literarischer Texte*. Übersetzt von Rolf-Dietrich KEIL. München.
- LÜDEMANN, Susanne (2004). „Gründungsparadoxien bei Freud und Thomas Hobbes“. Herausgegeben von: FORSCHUNGSSTELLE KULTURTHEORIE UND THEORIE DES POLITISCHEN IMAGINÄREN. Universität Konstanz. <http://www.uni-konstanz.de/kulturtheorie/Texte/LuedemannGruendungspara.pdf> (01.09.2009).
- LUHMANN, Niklas (1992). „Autopoiesis: What is communication“, *Communication Theory* 2, 251–258.
- LUHMANN, Niklas (2002). *Einführung in die Systemtheorie*. Herausgegeben von Dirk BAECKER. Heidelberg.
- LUHMANN, Niklas (<sup>5</sup>2005). „Interaktion, Organisation, Gesellschaft: Anwendungen der Systemtheorie“, in: Niklas LUHMANN (Hrsg.). *Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft*. Wiesbaden, Bd. 2, 9–21.
- LUHMANN, Niklas (<sup>2</sup>2005/1995). „Die Autopoiesis des Bewußtseins“, in: Niklas LUHMANN. *Soziologische Aufklärung. Die Soziologie und der Mensch*. Wiesbaden, 55–108.
- MAHLER, Andreas (1998). „Weltmodell Theater – Sujetbildung und Sujetwandel im englischen Drama der frühen Neuzeit“, *Poetica* 30, 1–45.
- MERTON, Robert King (1949/<sup>2</sup>1968). *Social theory and social structure*. New York.
- MORRIS, Charles W. (1938/<sup>12</sup>1966). *Foundations of the Theory of Signs*. Chicago.
- SCHULZ-SCHAEFFER, Ingo (2008). „Technik in heterogener Assoziation. Vier Konzeptionen der gesellschaftlichen Wirksamkeit von Technik im Werk Latours“, in: Georg KNEER (Hrsg.). *Bruno Latours Kollektive Kontroversen zur Entgrenzung des Sozialen*. Frankfurt am Main, 108–152.
- SCHWANITZ, Dietrich (1996). „Systems Theory and the Difference between Communication and Consciousness: An Introduction to a Problem and its Context“, *MLN* 111, 488–505.
- SENF, Carol A. (1998). *Dracula: between tradition and modernism*. New York.
- SPENCER, Kathleen L. (1992). „Purity and Danger: Dracula, the Urban Gothic, and the Late Victorian Degeneracy Crisis“, *ELH – English Literary History* 59(1), 197–225.
- STOCKHAMMER, Robert (2000). *Zaubertexte. Die Wiederkehr der Magie und die Literatur 1880–1945*. Berlin. (Literaturforschung)
- STOKER, Bram (1993). *The Essential Dracula: including the complete novel by Bram Stoker*. Herausgegeben von Leonard WOLF. New York.
- TODOROV, Tzvetan (1968). „La grammaire du récit“, *Langages* 12, 94–102.
- TODOROV, Tzvetan (1976). *Introduction a la littérature fantastique*. Paris.
- TOMAŠEVSKIJ, Boris (1931/1985). *Theorie der Literatur, Poetik*. Herausgegeben und eingeleitet von Klaus-Dieter SEEMANN. Übersetzt von Ulrich WERNER. Wiesbaden. (Slavistische Studienbücher, n. F.; 1)
- WATZLAWICK, Paul (<sup>8</sup>1990). *Menschliche Kommunikation: Formen, Störungen, Paradoxien*. Bern u. a.

WINNETT, Susan (1993). *Terrible sociability: the text of manners in Laclos, Goethe, and James*. Stanford, CA.

WÜNSCH, Marianne (1991). *Die fantastische Literatur der frühen Moderne, 1890–1930: Definition, denkgeschichtlicher Kontext, Strukturen*. München.

**SIMONE DIETZ**

## **Selbstdarstellungskultur in der massenmedialen Gesellschaft**

Die Verbreitung der visuellen Massenmedien Fernsehen und Internet hat in den vergangenen Jahrzehnten die Bühne für öffentliche Selbstdarstellungen in einer Weise erweitert, die Andy Warhols Satz, in Zukunft könne jeder für 15 Minuten berühmt sein, seines fiktiven Charakters beraubt hat. Neben der quantitativen Steigerung der Sendezeiten und Programme ist dafür im Fernsehen auch das Programmsegment der „Reality-Soaps“ von Bedeutung, das nach dem Erfolg von *Big Brother* und *Deutschland sucht den Superstar* unzählige Formate hervorgebracht hat, die ausgewählten Laien-Selbstdarstellern eine Bühne bieten. Hier können Akteure des Alltags durch Selbstentblößung und Überschreitung von Schamswellen ihre außeralltäglichen 15 Minuten Berühmtheit erleben. „Die Formel in der Kultur der Selbstoffenbarung heißt nicht mehr: ich schreibe, also bin ich, sondern: ich werde beobachtet, also bin ich.“<sup>1</sup> Neben dem Fernsehen gewährt das Internet einen noch leichteren Zugang zur öffentlichen Selbstdarstellung, sei es auf dem Weg der persönlichen Homepage,<sup>2</sup> sei es durch Beiträge in Blogs und Videoportalen. „Broadcast Yourself“<sup>3</sup> lautet der Imperativ der neuen Selbstdarstellungskultur.

In einer Gesellschaft der Selbstdarsteller, in der es vor allem auf das Gesehenwerden, auf Prominenz an sich ankommt, werden Medien und Botschaften zunehmend selbstreferenziell. Anstatt als Vermittlungsinstanzen zwischen Gesellschaft und Subsystemen wie Politik oder Ökonomie zu fungieren, kreisen die Massenmedien um sich selbst – sie zeigen selbsterzeugte und selbstinszenierte Ereignisse sowie Prominente, die allein deshalb prominent sind, weil sie in den Massenmedien auftreten.<sup>4</sup> Auch Politiker treten zunehmend als Selbstdarsteller einer bloß symbolischen, massenmedial inszenierten Politik auf, in der Einschätzung, persönliche Sympathiewerte seien für Wählerstimmen wichtiger als sachliche Argumente.<sup>5</sup>

Kritiker der massenmedial erzeugten Selbstdarstellungskultur werden von unterschiedlichen Motiven geleitet. Die Verurteilung der narzisstischen Selbstbespiegelung und egozentrischen Selbstvermarktung der Medienprominenz sowie der Schamlosigkeit exhibitionistisch-voyeuristischer Sendeformate variiert ein seit Rousseau bekanntes Motiv der

---

<sup>1</sup> Assmann (2002: 57).

<sup>2</sup> Misoch (2004: 206) vertritt die Auffassung, dass private Homepages vor allem der authentischen Selbstdarstellung, Selbststabilisierung und Relokalisierung dienen, um den „alltäglichen Umbrüchen, Fragmentierungserfahrungen und Diskontinuitäten“ postmoderner Subjekte entgegenzuwirken.

<sup>3</sup> „Broadcast Yourself“ ist das Motto des Videoportals YouTube.

<sup>4</sup> Vgl. Neidhardt und Gerhards (1991).

<sup>5</sup> Vgl. Weiß (2002: 72 ff.) sowie Brosda (2002).

Entfremdungskritik, das mit dem normativen Begriff einer würdigen, unverdorbenen Existenz des Individuums Tugenden wie Bescheidenheit und Aufrichtigkeit in den Mittelpunkt stellt. Eine andere Richtung fordert die Symmetriebedingungen gleichberechtigter Kommunikation und das moralische Ideal wechselseitigen Respekts ein, das von einer kulturindustriellen Nutzung der Öffentlichkeit bedroht wird, die vorrangig Voyeurismus und Sensationslust der Medienkonsumenten fördert.<sup>6</sup> Eine dritte Linie bildet die Kritik an der „Tyrannei der Intimität“ im öffentlichen Raum und der Personalisierung des Politischen, die eine substanzielle Unterscheidung zwischen Privatsphäre und Öffentlichkeit, persönlich-intimen und sachlich-politischen Fragen voraussetzt.<sup>7</sup>

Ist das Bedürfnis nach Selbstdarstellung unter ethischen Aspekten grundsätzlich zu verurteilen oder ist gelingende Selbstdarstellung im Gegenteil sogar unverzichtbar für eine würdige Existenz und nur unter bestimmten Bedingungen problematisch? Ist entfaltete Selbstdarstellungskultur ein Verfallssymptom der Gesellschaft oder Ausdruck von Individualisierung und Freiheitsgewinn? Was hier zur Diskussion steht, ist nichts anderes als die Frage danach, wie Andy Warhols Szenario der kurzfristigen Jedermensch-Berühmtheit heute einzuschätzen ist – als positive Entwicklung einer demokratisierten Selbstdarstellungskultur oder als Schreckensvision vom endgültigen Ausverkauf des Individuums auf dem Markt öffentlicher Eitelkeiten. Diese Frage steht im Kontext der Kultur- und Entfremdungskritik, die die Auswirkungen des gesellschaftlichen Wandels auf die Lebensform der Individuen reflektiert. In der Ausrichtung auf die Massenmedien und die Bedingungen massenmedialer Selbstdarstellung richtet sie sich aber auch auf das Feld der Medienethik.

Die grundsätzliche Ablehnung von Selbstdarstellung als ein unwürdiges Verhalten, die in klassischer Form von Rousseaus Kulturkritik vertreten wird, stützt sich nicht zuletzt auf ein überholtes essenzialistisches Selbstkonzept, das mit modernen Einsichten in die Bedeutung soziokultureller Praktiken für die Identitätskonstitution nicht zu vereinbaren ist. Wenn sich die Kritik an der Selbstdarstellungskultur der Mediengesellschaft aber nicht durch einen verwerflichen Charakter der Selbstdarstellung schlechthin begründen lässt, rückt die Frage nach den besonderen Kriterien einer würdigen Selbstdarstellung ins Zentrum des Interesses.

Aus der subjektiven Perspektive der Individuen können im Anschluss an G. H. Mead Konsistenz, Einzigartigkeit und Gemeinwohl als Kriterien einer gelingenden Selbstdarstellung ausgezeichnet werden. Aus medienethischer Perspektive steht dagegen die Gewährleistung moralisch unbedenklicher Bedingungen von Selbstdarstellung in der öffentlichen Kommunikation im Vordergrund. Die objektive Unterscheidung zwischen Privatsphäre und Öffentlichkeit reicht hier als Kriterium ebenso wenig aus wie das subjektive Gefühl der Scham, um im konkreten Fall zwischen würdigen und unwürdigen Bedingungen öffentlicher Selbstdarstellung zu unterscheiden. Dafür sind vielmehr die moralischen Kategorien der Autonomie und Reziprozität entscheidend, deren massenmediale Verletzung unter anderem als Phänomen des Voyeurismus auftritt.

<sup>6</sup> Vgl. Habermas (1992: 223 ff., 435 ff.), Keppler (1998) sowie Peters (2007).

<sup>7</sup> Neben Sennett (1986) wird diese Richtung mit anderen Akzenten vertreten von Meyrowitz (1985) sowie Postman (1982).



## Das Selbst als Gegenstand der Selbstdarstellung

Das essenzialistische und objektivistische Modell des Selbst als „denkende Substanz“ und „innerer Gegenstand“ ist von der modernen Erkenntnis- und Sprachkritik nachhaltig demontiert worden als subjektive Denknötwendigkeit oder Sprachspiel. Das Selbst ist kein innerer Gegenstand, wie Descartes nahelegt,<sup>8</sup> aber auch keine reine Fiktion: In der alltäglichen Interaktion bildet es sich als Tatsache einer gemeinsamen Praxis. Real ist das Selbst der Selbstdarstellung nicht deshalb, weil es einen entsprechenden Gegenstand in uns gibt, sondern weil es eine gemeinsame Praxis gibt, die wir „Selbstdarstellung“ nennen. Dabei ist unbestritten, dass die Praxis der Selbstdarstellung sich auf materiale Bedingungen stützen muss, nicht jedoch, dass die Bahnen dieser Praxis damit bereits vorgezeichnet wären.

Jeder Sprechakt als solcher verweist auf den Sprecher, unabhängig davon, ob dieser von sich spricht oder nicht. Mit seiner Aussage kann der Sprecher nur *etwas* sagen, nicht *sich* sagen. Aber indem er etwas behauptet, behauptet er immer auch sich. Gerade das macht das Spiel der Selbstdarstellung für die Beteiligten so spannend – das Publikum wird hier nicht weniger gebraucht als der Darsteller. Wen jemand darstellt, wenn er sich selbst darstellt, kann er nur mit Hilfe der anderen erfahren. Sein Selbst als Botschaft entsteht erst mit seinen jeweiligen Äußerungen über etwas, die auf ihn als Sprecher zurückverweisen. Zu einem besonderen Akt der Selbstdarstellung kann dies werden, wenn es dem Sprecher gelingt, mehr Aufmerksamkeit auf seine Person zu ziehen als auf das Thema, über das er jeweils spricht. Dann erfassen wir seine Äußerungen vorrangig als Attribute seiner Person und weniger als Aussagen über einen unabhängigen Gegenstand. Zudem muss sich der Sprecher seinen Akt bewusst zuschreiben, sich von anderen darauf festlegen lassen und ihn mit anderen Selbstzuschreibungen verknüpfen. Das ist etwas anderes als das wahrhaftige Äußern eines inneren Erlebnisses oder einer persönlichen Einstellung. Das Objekt-Selbst der Selbstdarstellung ist kein innerer Gegenstand, es konstituiert sich vielmehr durch den Vollzug der Kommunikation. Gerade weil es für das bewusste Subjekt-Selbst der Selbstdarstellung *allein* nur ein im Zweifelsfall weitgehend willkürliches, jeweilig gewähltes Objekt-Selbst gäbe, ist es auf die Kommunikation mit anderen, die Festlegung vor dem Publikum und durch das Publikum angewiesen.

Die sprachphilosophische Wendung der metaphysischen Frage nach dem Selbst verschiebt den Fokus auf die Selbstdarstellung, denn sie verlagert die Suche nach einem realen Selbst von „innen“ nach „außen“ auf den Schauplatz der Interaktion, und von einer auf zwei Instanzen der Erkenntnis, auf das selbstreflektierende Subjekt und den Adressaten der Darstellung, den Zuschauer. Klärungsbedürftig bleibt dabei jedoch das Verhältnis einzelner selbstbezüglicher Äußerungen zu einem umfassenden Konzept des Selbst. Wie kann aus einzelnen Äußerungen ein umfassendes „Selbst“ hervorgehen, das nicht beliebige Darstellung von *etwas* ist? Welchen Kriterien folgt eine für diesen Aspekt zuständige „Selbstverwaltung“ des Subjekts? Ob wir uns als einheitliches Selbst auffassen und als solches agieren können, hängt nicht nur davon ab, dass die anderen uns auf unsere jeweiligen vergangenen Äußerungen und Handlungen festlegen und uns die Erinnerung daran abverlangen, sondern auch davon, dass ihre Erwartungen an unsere Handlungen sich zu schematisierten Rollen verdichten, die wir als Akteur übernehmen und die unsere Handlungen strukturieren.

---

<sup>8</sup> Vgl. Descartes (1641).

Während die fiktive Rolle des Schauspiels einen in sich geschlossenen Handlungszusammenhang bildet, der von anderen fiktiven Rollen des Schauspielers und von seinem übrigen Leben klar abgegrenzt ist, können sich verschiedene soziale Rollen im Alltags Handeln ohne Weiteres überlagern: Die Verkäuferin fällt nicht aus der Rolle, weil sie eine Kundin als ihre Nachbarin begrüßt, die Schauspielerin hingegen muss im Rahmen der einen vorgegebenen Rolle agieren, auch wenn sie während der Vorstellung im Zuschauer Raum eine Bekannte entdeckt. Wie im Theater aber kann auch der Alltagsakteur seine Rolle nur ausfüllen, indem er sie selbst übernimmt und gestaltet. Die Vorgaben der sozialen Rolle und ihre unmittelbare Präsentation sind zwei Dimensionen, die durch das Selbst in Einklang gebracht werden müssen. Genau dieses Verhältnis von sozialer Rollenerwartung, agierendem Ich und komplexer personaler Identität hat G. H. Mead mit seiner Konzeption von „I“, „Me“ und „Self“ im Sinn: Sobald ein Akteur sich selbst objektiviert, verlässt er die Position des agierenden Ichs. Mit dem Blick von außen auf sich selbst nimmt er als ein „Me“ die Position eines anderen ein, er wird zu einem von allen, zu einem Mitglied der Gesellschaft, die durch gegenseitige Verhaltenserwartungen, durch Rollen strukturiert ist. Das „Self“ integriert die beiden Instanzen des „I“ und des „Me“ durch ein an Werten orientiertes einheitliches Selbstbild. Denn anders als der Schauspieler muss der Alltagsakteur seine verschiedenen sozialen Rollen miteinander in Einklang bringen. Eine soziale Rolle ist aus der Sicht dieser Konzeption ein wesentlicher Teil des Selbst, sie ist „das Werkzeug, durch das sich der Einzelne auf seine eigene Weise ausdrückt.“<sup>9</sup>

Durch seine besondere Art und Weise, eine Verhaltenserwartung zu erfüllen und teilweise auch zu durchbrechen, gibt das Selbst sich in seinen Unterschieden gegenüber anderen Personen zu erkennen. Es erfährt sich selbst im günstigen Fall mit der Befriedigung, seine Verpflichtungen zu erfüllen, und dem Überlegenheitsgefühl, etwas besser zu machen als andere. Solange dieses Gefühl auf der Erfüllung definierter Funktionen beruht, ist es Mead zufolge

nicht nur völlig legitim, sondern deutet auch auf die Art und Weise, in der die Individuen ihre Umwelt verändern. Wir verändern die Dinge durch Fähigkeiten, die andere Menschen nicht haben. Solche Fähigkeiten machen uns effektiv. Die unmittelbare Haltung bringt ein Gefühl der Überlegenheit, der Behauptung des eigenen Selbst mit sich. Die Überlegenheit ist nicht ein zu erreichendes Ziel, sie ist ein Mittel, das eigene Selbst zu behaupten.<sup>10</sup>

Das Überlegenheitsgefühl als Mittel oder Ziel bildet das entscheidende Differenzkriterium zwischen legitimer und moralisch verwerflicher, egoistischer Selbstdarstellung. Ein Mittel der Selbstbehauptung bleibt das Überlegenheitsgefühl, wenn „der Einzelne seinen Beitrag zu einem gemeinsamen Projekt liefert“, selbstsüchtig wird es, wenn „das Selbst in seinem Ausdruck die Gruppe oder Gesellschaft, zu der es gehört, in gewissem Sinn ausbeutet“, wenn die Überlegenheit des Selbst und nicht sein Beitrag zum gemeinsamen Projekt das Ziel bildet.

Der Fußballspieler, der einen schönen Pass abgibt, tut dies, weil seine zehn Spielkameraden es von ihm erwarten. Er spielt für seine Mannschaft. Natürlich kann der Spieler auch für die Galerie spielen und mehr an einem brillanten Spiel als am Sieg seiner Mannschaft interessiert sein.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Mead (1934: 255).

<sup>10</sup> Mead (1934: 252).

<sup>11</sup> Mead (1934: 255).

Meads Konzeption ermöglicht nicht nur, Selbstdarstellung als notwendiges Element der Ausbildung des Selbst zu verstehen; sie liefert auch ein Kriterium für die Differenzierung zwischen moralisch legitimer und parasitärer Selbstdarstellung. Und schließlich bietet sie auch einen Ansatzpunkt für die Beurteilung der Gesellschaftsentwicklung aus der Perspektive der Selbstdarstellung: Eine zivilisierte Gesellschaft, so Mead, unterscheidet sich von einer primitiven, statisch geordneten Gesellschaft durch die größeren Entfaltungsmöglichkeiten, die sie den einzelnen Mitgliedern bietet. Mit der Zulässigkeit und Förderung von originellem, einzigartigem oder schöpferischem Verhalten bei der Erfüllung allgemeiner Muster organisierter gesellschaftlicher Tätigkeit gesteht die zivilisierte Gesellschaft den Individuen größere Veränderungsmacht zu. Sie begreift sich als dynamische Gesellschaft, deren Maßstab nicht die unverrückbare Ordnung, sondern die fortschreitende gesellschaftliche Befreiung des individuellen Selbst ist.<sup>12</sup>

### Würdige und unwürdige Selbstdarstellung

Vor dem Hintergrund von Meads Selbstkonzept, das mit der Balance zwischen „I“, „Me“ und „Self“ von einer konstitutiven Bedeutung der Selbstdarstellung für das Selbst ausgeht, können zwei Varianten der Kritik der modernen Selbstdarstellungskultur unterschieden werden – eine radikale und eine gemäßigte Version. Die radikale Kritik, als deren prominentester Vertreter Rousseau zu nennen ist, lehnt die bewusst intendierte Selbstdarstellung von Individuen vor einem Publikum und das damit verbundene Streben nach Ruhm als Inbegriff einer falschen, entfremdeten und damit würdelosen Lebensform grundsätzlich ab. Die dieser Kritik zugrunde liegenden Ideale sind Bescheidenheit, Authentizität und Aufrichtigkeit. Die gemäßigte Kritik, die durch Mead repräsentiert wird,<sup>13</sup> beurteilt Akte der gelingenden Selbstdarstellung als grundsätzlich unverzichtbar für die Ausbildung einer individuellen Identität und die Entwicklung der Gesellschaft. Sie stützt sich auf ein normatives Modell der Selbstdarstellung, das bestimmte Kriterien impliziert, an denen sich Gelingen und Mislingen, moralische Zulässigkeit und Verwerflichkeit bemessen lassen. Die Kriterien einer gelingenden Selbstdarstellung, die Meads Konzeption zugeordnet werden können, sind Konsistenz, Einzigartigkeit und Gemeinsinn.

Mit seinen beiden kulturkritischen Diskursen und dem Brief an d'Alembert über das Schauspiel bringt Rousseau die verbreiteten Vorbehalte gegen die Eitelkeit, Anbiederung und Verlogenheit von Selbstdarstellern pointiert zum Ausdruck.<sup>14</sup> Öffentliche Aufmerksamkeit und die Wertschätzung der Gruppe für das Individuum markieren den Beginn der Kunst und des Lasters zugleich. Die Konkurrenz um Aufmerksamkeit und die Korruptierbarkeit durch den Beifall wiegen aus Rousseaus Perspektive schwerer als die reine Lust am Ausdruck, die Vielfalt individueller Fertigkeiten und die mögliche Gegenseitigkeit öffentlicher Anerkennung. Die durch öffentliche Selbstdarstellung vermittelte Individualisierung, deren Ergebnis Ungleichheit ist, hat für Rousseau keinen eigenen Wert; sie bedeutet vielmehr einen großen Verlust. Denn mit der Konkurrenz um die öffentliche

<sup>12</sup> Vgl. Mead (1934: 265 f.).

<sup>13</sup> Ein anderer bedeutender Vertreter dieser Position ist Helmuth Plessner, der mit dem Grundbegriff der exzentrischen Positionalität im Unterschied zu Mead keine genealogische, sondern eine phänomenologische Methode bei der Untersuchung der Konstitutionsbedingungen des Selbst gewählt hat.

<sup>14</sup> Vgl. Rousseau (1978a), Rousseau (1978b) sowie Rousseau (1985).

Aufmerksamkeit ist aus Rousseaus Perspektive eine Veränderung des Selbstverhältnisses der Individuen verbunden, die den Kern aller zivilisatorischen Laster markiert: Die natürliche Selbstliebe als Grundlage genügsamer Selbsterhaltung degeneriert zur Selbstsucht, die unersättlich ist und die Menschen einander zu Feinden macht.

Vor diesem Hintergrund wirkt es zunächst erstaunlich, dass Rousseau gleichzeitig der Autor der *Bekenntnisse* ist, einer Selbstdarstellung *par excellence*, die als Zäsur für die besondere Gattung der Bekenntnisliteratur gilt.<sup>15</sup> Rousseau rechtfertigt seine Bekenntnisse jedoch mit dem kompensatorischen Motiv, auf dem Weg der *absolut wahrhaftigen* Selbstdarstellung die verlorene Gleichheit zwischen den Menschen wiederherzustellen. Keiner ist in Wahrheit besser als der andere, wenn sich jeder nur wahrhaftig darstellt, ohne die Gunst der anderen durch Verstellung erlangen zu wollen. Rousseau orientiert sich damit an einer Konzeption des Selbst, das als innerer Gegenstand den anderen zunächst verborgen ist, ihnen aber wahrhaftig präsentiert werden kann. Aus dieser Perspektive besteht die Hauptschwierigkeit nicht darin, überhaupt zu wissen, wer man ist,<sup>16</sup> sondern allein darin, den Mut zu haben, es wahrhaftig zu zeigen. Die gesellschaftliche Öffentlichkeit als Ort der individuellen Selbstdarstellung hat aus dieser Sicht nicht die Funktion der Gewährleistung von Individualität, sondern bewertet die Individuen nur anhand von Äußerlichkeiten. So wird die an breiter Aufmerksamkeit und oberflächlichem Beifall orientierte Öffentlichkeit im Gegenteil sogar zum Schauplatz des Selbstverlusts.<sup>17</sup>

Rousseau stellt damit nicht nur in moralischer, sondern auch in konstitutionslogischer Hinsicht das Gegenmodell zu Meads Konzeption des Selbst dar: Während Mead die Entstehung individueller Identität aus dem gesellschaftlichen Prozess erklärt, ist für Rousseau der Mensch von Natur aus ein Einzelgänger, die Gesellschaft hingegen das abgeleitete Phänomen, das es zu erklären und in seinen verheerenden Auswirkungen auch moralisch zu kompensieren gilt. Wenn das Individuum über sein Selbst schon von Natur aus verfügt, kann die bewusste individuelle Selbstdarstellung vor einem Publikum als ein überflüssiger und übertriebener Akt gewertet werden, dem die Bescheidenheit natürlichen Selbstseins gegenübersteht, das weder besondere Aufmerksamkeit noch Anerkennung erfordert. Die Suche nach Anerkennung ist aus dieser Sicht der Beginn der Korruption, des Verrats am authentischen Selbst, das sich um der Anerkennung willen verbiegt. So ist für Rousseau der Beruf des Schauspielers eine ebenso ehrlose Selbstinstrumentalisierung wie die Prostitution: „Ein Gewerbe, bei dem er sich für Geld selbst zur Schau stellt, bei dem er sich der Schande und den Beleidigungen aussetzt, die auszusprechen man sich das Recht erkaufte, und bei dem er seine Person öffentlich zum Verkauf anbietet.“<sup>18</sup>

Die einzige Funktion der Öffentlichkeit, die Rousseau anerkennt, ist die Vereinigung der Individuen zu einem Gemeinschaftswesen durch kollektive Selbstdarstellung.

In frischer Luft und unter freiem Himmel sollt ihr euch versammeln [. . .]. Pflanzt in der Mitte eines Platzes einen mit Blumen bekränzten Baum auf, und ihr werdet ein Fest haben. Oder noch

<sup>15</sup> Vgl. dazu Kapp (1987).

<sup>16</sup> Auf diese Schwierigkeit zielt unter anderem Arendt (1981: Kap. 5, § 24, 169) mit ihrem Konzept des Handelns: „Im Unterschied zu dem, was einer ist, im Unterschied zu den Eigenschaften, Gaben, Talenten, Defekten, die wir besitzen und daher soweit zum mindesten in der Hand und unter Kontrolle haben, dass es uns freisteht, sie zu zeigen oder zu verbergen, ist das eigentlich personale Wer jemand jeweilig ist, unserer Kontrolle darum entzogen, weil es sich unwillkürlich in allem mitoffenbart, das wir sagen oder tun.“

<sup>17</sup> Vgl. Sennett (1986: 155).

<sup>18</sup> Rousseau (1978b: 414).

besser: stellt die Zuschauer zur Schau, macht sie selbst zu Darstellern, sorgt dafür, dass ein jeder sich im andern erkennt und liebt, dass alle besser miteinander verbunden sind.<sup>19</sup>

Rousseaus Vorschlag des Zurschaustellens der Zuschauer enthält nicht nur eine radikale Kritik an der individualistischen Selbstdarstellungskultur, sondern auch ein Gegenmodell von Öffentlichkeit, das an die Paradoxie von Warhols Vision „Jeder ist 15 Minuten berühmt.“ anknüpft. Wenn jeder im gleichen Maße prominent ist wie alle anderen, dann ist es keiner mehr und die Gleichheit zwischen den Menschen ist wiederhergestellt. Eine allen gleichermaßen zugängliche Öffentlichkeit bietet allenfalls temporäre Möglichkeiten herausragender Selbstdarstellung. Im Ergebnis aber nivelliert sie Prominenz zu einem flüchtigen Ereignis, das jeder erleben kann.

Zwischen Rousseaus Vision öffentlicher Versammlungen unter freiem Himmel und der Internetöffentlichkeit des 21. Jahrhunderts, die jeder und jedem die Möglichkeit zum virtuellen Bühnenauftritt gewährt (und zur Kommentierung der Auftritte anderer), besteht allerdings eine gravierende Differenz. Nicht die kollektive Selbstdarstellung und die Erfahrung kollektiver Verbundenheit, die Rousseau im Sinn hatte, wird durch Internetforen ermöglicht, sondern die massenhafte Selbstdarstellung von Individuen, die sich gegenseitig als jeweils besondere Identitäten wahrnehmen können. Die virtuelle Präsenz vieler Einzelner ermöglicht gerade nicht die Kollektiverfahrung gemeinsamen Handelns, die sich unter Bedingungen einer lokalen Öffentlichkeit bei den zur selben Zeit am selben Ort Versammelten einstellen kann. Die Internetöffentlichkeit als Forum massenhafter individueller Selbstdarstellungen kommt eher Meads Vorstellungen entgegen als denen Rousseaus. Auch Meads Betonung der Identitätsbildung durch Selbstdarstellung ist kein elitäres Konzept, das auf eine kleine Gruppe Prominenter zugeschnitten ist – es zielt vielmehr auf die soziale Anerkennung der besonderen Fähigkeiten und des besonderen Beitrags jedes Einzelnen. Die Unvereinbarkeit zwischen den Theorien Rousseaus und Meads liegt im Zweck der Öffentlichkeit, die bei Rousseau auf kollektive Symbiose, bei Mead hingegen auf Individualismus und gesellschaftlichen Pluralismus zielt. Meads Position führt nicht zu einer Ablehnung von Prominenz überhaupt, sondern misst Prominenz an der Balance zwischen der Einzigartigkeit des Individuums und seinem Beitrag zu den Erfordernissen der sozialen Gruppe. Prominenz als Selbstzweck ist aus dieser Perspektive als misslungene, unwürdige Form der Selbstdarstellung und Instrumentalisierung des Publikums zu verurteilen. Als Triebkraft sozialen Wandels hingegen kann Prominenz eine zivilisatorische Leistung sein.

## **Selbstdarstellungskultur als Kultur des massenmedialen Voyeurismus?**

Bei der Diskussion über Prominente und die Bewertung ihrer öffentlichen Selbstdarstellung stehen individuelle Fähigkeiten und Handlungsabsichten und die damit verbundenen Haltungen und Lebensstile im Zentrum des Interesses. Anders bei der Diskussion über das Laiensegment massenmedialer Selbstdarstellung, den „Menschenzoo“ der Daily-Talks, Doku-Soaps und Real-Life-Shows: Hier sind es vor allem die strukturellen Bedingungen, die den massenmedialen Trend zur öffentlichen Selbstdarstellung problematisch werden lassen. Die in solchen Formaten gepflegte öffentliche Selbstentblößung von Laien

---

<sup>19</sup> Rousseau (1978b: 462 f.).

vor einem anonymen Publikum, die ungeschützte Darstellung intimer Angelegenheiten, die vor allem Voyeurismus und Sensationslust bedient, ist vielfach unter dem Aspekt der Entgrenzung des Privaten und des Niedergangs des Politischen kritisiert worden. Grundlage dieser Kritik ist die funktionale Unterscheidung zwischen der Sphäre der Öffentlichkeit und des Privaten. Während die gemeinsamen Angelegenheiten in der Öffentlichkeit verhandelt und gestaltet werden, dient die Privatsphäre als Schutzraum des Individuums mit seinen jeweiligen Vorlieben, Geheimnissen und Freiheiten.<sup>20</sup> Diese idealisierte Trennung zwischen „öffentlich“ und „privat“ vermag jedoch den realen Lebensbedingungen massenmedialer Gesellschaften kaum mehr zu entsprechen: Mit Bildschirm und Internetanschluss hat sich die öffentliche Bühne in den privaten Raum verlagert; mit dem Sozialstaat, der auch für individuelle Schicksale politische Verantwortung übernimmt, ist das Private zur öffentlichen Angelegenheit geworden. Weder lässt sich das Politische umstandslos durch die Abgrenzung gegen das Private bestimmen, noch muss Öffentlichkeit allein dem Politischen dienen.

Eine aussichtsreiche Strategie, diesen Schwierigkeiten Rechnung zu tragen, ist die Differenzierung verschiedener Bedeutungsdimensionen von Privatheit und Öffentlichkeit.<sup>21</sup> Ein anderer Vorschlag, der sich insbesondere auf medienethische Fragestellungen richtet, verlagert die Betrachtung von den objektiven Begriffen der Öffentlichkeit und Privatheit auf den subjektiven Begriff der Scham, der „geeigneter scheint, Grenzen des Zeigens zu bestimmen, als das undeutliche Konzept der Privatheit.“<sup>22</sup> Dieser Vorschlag wendet sich nicht gegen „einen angeblich allgemeinen Trend der Gegenwart zu wachsender Schamlosigkeit und dem Bruch von Tabus“, sondern soll der Tatsache gerecht werden, dass sich die Gegenstände ändern, die in einer Gesellschaft schambesetzt sind.<sup>23</sup> Der angebliche Trend zur Schamlosigkeit ist in Wirklichkeit oft nur Ausdruck einer gesellschaftlichen Veränderung des Schamgegenstands.

Gerade aufgrund des sozialen Wandels der Schamgegenstände kann das subjektive Gefühl der Scham aber auch kein absolutes Kriterium für die medienethische Unterscheidung zwischen Zeigbarem und Nichtzeigbarem sein, sondern allenfalls ein Indikator dafür, welche Formen öffentlicher Selbstdarstellung als problematisch anzusehen sind. So gibt es auf der einen Seite gesellschaftlich schambesetzte Themen wie Analphabetismus, Alkoholismus oder Arbeitslosigkeit, die oft nur durch Überwindung starker Schamgefühle zum Thema einer Selbstdarstellung gemacht werden können. Letztlich kann dies aber zu einer Enttabuisierung führen, Verständnis fördern und Ausgrenzung abbauen, und für die Beteiligten wie für die Gesellschaft insgesamt zu einer positiven Entwicklung führen. In diesem Fall wäre die faktische Schambesetzung kein ausreichender Grund, eine mit solchen Themen verbundene Selbstdarstellung zu vermeiden. Auf der anderen Seite mag es Akteure geben, deren Distanzlosigkeit eine schamfreie Selbstentblößung ermöglicht, die für das Publikum dennoch nichts anderes als eine unzumutbare Peinlichkeit darstellt. Hier würde

<sup>20</sup> Paradigmatisch wird diese Einteilung in eine private und eine öffentliche Sphäre zum Beispiel von Arendt (1981) vertreten.

<sup>21</sup> So unterscheidet zum Beispiel Rössler (2001) zwischen dezisionaler, informationeller und lokaler Privatheit.

<sup>22</sup> Hermann (2003: 144).

<sup>23</sup> Hermann (2003: 148). Die sozialen und historischen Verschiebungen von Schamsschwellen und die Frage der Gesetzmäßigkeit solcher Veränderungen sind seit Norbert Elias' Untersuchungen über „Den Prozeß der Zivilisation“ Gegenstand einer breiten Debatte.

dem Publikum eine Überwindung von Schamgrenzen abverlangt, die allenfalls dem Interesse Einzelner dient. Letztlich hängt es also nicht von der faktischen Schambesetzung, sondern „von der Art der Mediendarstellung [. . .] ab, ob solche Beiträge eine befreiende, emanzipative Funktion haben oder gar Ausgrenzung, Verurteilung und Beschämung wiederholen.“<sup>24</sup> Die Art der Mediendarstellung aber ist vor allem danach zu beurteilen, welche Chancen sie den Beteiligten in der Kommunikation eröffnet. Die Berücksichtigung der Scham kann dazu beitragen, Verzerrungen der Kommunikation zu erkennen und einzuordnen, zum Beispiel zu unterscheiden, ob das Subjekt gegen seinen Willen bloßgestellt wird oder ob es sich beschämt fühlt, weil sein beabsichtigtes Hervortreten in irgendeiner Weise fehlschlägt.<sup>25</sup>

Sowohl die funktionalen Begriffe der Öffentlichkeit und Privatheit als auch der phänomenologische Begriff der Scham müssen für eine medienethische Bewertung zulässiger beziehungsweise unzulässiger Selbstdarstellung ergänzt werden um die moralische Kategorie des wechselseitigen Respekts als Bedingung einer gleichberechtigten Kommunikation. Gerade für das Fernsehen als strukturell asymmetrisches Kommunikationsmedium ist die Berücksichtigung und Kompensation von Asymmetrien besonders wichtig. Diese Asymmetrie ist nicht nur für den Zuschauer problematisch, dessen Reaktion auf das Gesehene anders als im Theater allenfalls über eine für ihn selbst nicht erfassbare, kumulierte Quote Wirkung entfalten kann. Auch der Laien-Selbstdarsteller begibt sich mit seinem Auftritt in der Reality-Show auf ein für ihn unbekanntes und riskantes Terrain, auf dem er Gefahr läuft, im abgekarteten Spiel der Moderatoren und Produzenten zur Marionette degradiert zu werden, deren „Selbstdarstellung“ in Wirklichkeit fremden Regeln gehorcht. Die Freiwilligkeit der Selbstdarstellung kann sich hier nicht allein an der grundsätzlichen Zustimmung zu einem Spiel mit festgelegten Regeln bemessen; sie ist nur dann gewährleistet, wenn dem Individuum auch der Gestaltungsspielraum zusteht, der die Rede von einer Selbstdarstellung rechtfertigen kann. Die auf Bloßstellung abzielende Vorführung, das Kuriositätenkabinett, das auf pure Sensationslust setzt, dient sicher nicht der Entfaltungsmöglichkeit der Individuen in einer pluralistischen Gesellschaft. Solche Formate entsprechen eher der Schreckensvision vom Ausverkauf des Individuums auf dem Markt öffentlicher Eitelkeiten.

Nicht der Wunsch zur Selbstdarstellung, nicht das Bedürfnis nach Berühmtheit ist verworfen, sondern die Aushöhlung dieses Bedürfnisses zum Selbstzweck und ihre Instrumentalisierung im Dienst einer „Quote“, die zwischen der Aufmerksamkeit und dem Interesse für andere und der voyeuristischen Lust, aus sicherer Lage der Bloßstellung anderer zuzusehen, nicht unterscheiden will. Das „Quäntchen Rampensau“, das in jedem von uns steckt, verdient eine Kultivierung, die jedoch auch eine Kultivierung der Massenmedien erfordert.

## Literatur

ARENDT, Hannah (1981). *Vita activa oder vom tätigen Leben* (1958). Stuttgart.

ASSMANN, Aleida (2002). „Maske – Schweigen – Geheimnis“, in: Gisela ENGEL *et al.* (Hrsg.). *Das Geheimnis am Beginn der europäischen Moderne*. Frankfurt am Main, 50–58.

<sup>24</sup> Hermann (2003: 153).

<sup>25</sup> Schüttauf *et al.* (2003) unterscheiden in dieser Weise zwischen „Pudor denudationis“ und „Pudor exhibitionis“.

- BROSDA, Carsten (2002). „Und von Hause aus bin ich Rechtsanwalt und habe einen Hund.“ Politikerauftritte in Unterhaltungssendungen am Beispiel Big Brother“, in: Martin K. W. SCHWEER, Christian SCHICHA und Jörg-Uwe NIELAND (Hrsg.). *Das Private in der öffentlichen Kommunikation. Big Brother und die Folgen*. Köln, 206–232.
- DESCARTES, René (1641). *Méditationes de prima philosophia [Meditationen über die Grundlagen der Philosophie]*. Paris.
- HABERMAS, Jürgen (1992). *Faktizität und Geltung. Beiträge zur Diskurstheorie des Rechts und des demokratischen Rechtsstaats*. Frankfurt am Main.
- HERMANN, Friederike (2003). „Ein neuer Begriff des Privaten – Scham als medienethische Kategorie“, in: Bernhard DEBATIN und Rüdiger FUNIOK (Hrsg.). *Kommunikations- und Medienethik*. Konstanz, 143–156.
- KAPP, Volker (1987). „Von der Autobiographie zum Tagebuch“, in: Alois HAHN und Volker KAPP (Hrsg.). *Selbstthematisierung und Selbstzeugnis: Bekenntnis und Geständnis*. Frankfurt am Main, 297–310.
- KEPPLER, Angela (1998). „Das Private ist politisch. Die Veröffentlichung des Privaten – eine ambivalente Medienstrategie“, in: Kurt IMHOF und Peter SCHULZ (Hrsg.). *Die Veröffentlichung des Privaten – Die Privatisierung des Öffentlichen*. Opladen, 157–164.
- MEAD, George Herbert (1934). *Geist, Identität und Gesellschaft aus der Sicht des Sozialbehaviorismus*. Frankfurt am Main.
- MEYROWITZ, Joshua (1985). *No Sense of Place. The Impact of Electronic Media on Social Behavior*. New York und Oxford.
- MISOCH, Sabina (2004). *Identitäten im Internet. Selbstdarstellung auf privaten Homepages*. Konstanz.
- NEIDHARDT, Friedhelm und Jürgen GERHARDS (1991). „Strukturen und Funktionen moderner Öffentlichkeit. Fragestellungen und Ansätze“, in: Stefan MÜLLER-DOOHM und Klaus NEUMANN-BRAUN (Hrsg.). *Öffentlichkeit. Kultur. Massenkommunikation*. Oldenburg, 31–89.
- PETERS, Bernhard (2007). *Der Sinn von Öffentlichkeit*. Frankfurt am Main.
- POSTMAN, Neil (1982). *Das Verschwinden der Kindheit*. Frankfurt am Main.
- RÖSSLER, Beate (2001). *Der Wert des Privaten*. Frankfurt am Main.
- ROUSSEAU, Jean-Jacques (1978a). *Abhandlung über den Ursprung und die Grundlagen der Ungleichheit* (1755), in: Jean-Jacques ROUSSEAU. *Schriften*. Bd. 1. Herausgegeben von Henning RITTER. München, 165–302.
- ROUSSEAU, Jean-Jacques (1978b): *Brief an d'Alembert über das Schauspiel* (1758), in: Jean-Jacques ROUSSEAU. *Schriften*. Bd. 1. Herausgegeben von Henning RITTER. München, 333–474.
- ROUSSEAU, Jean-Jacques (1985). *Bekenntnisse* (1781). Frankfurt am Main.
- SCHÜTTAUF, Konrad, Ernst Konrad SPECHT und Gabriela WACHENHAUSEN (2003). *Das Drama der Scham. Ursprung und Entfaltung eines Gefühls*. Göttingen.
- SENNETT, Richard (1986). *Verfall und Ende des öffentlichen Lebens. Die Tyrannei der Intimität* (1974). Frankfurt am Main.
- WEISS, Ralph (2002). „Vom gewandelten Sinn für das Private“, in: Ralph WEISS und Jo GROEBEL (Hrsg.). *Privatheit im öffentlichen Raum. Medienhandeln zwischen Individualisierung und Entgrenzung*. Opladen, 27–88.



MICHIKO MAE

## **Integration durch „multikulturelle Koexistenz“, durch „Leitkultur“ oder durch eine „transkulturelle Partizipationsgesellschaft“?**

### **Einleitung**

Im heutigen globalen Zeitalter ist die Integration von Migrantinnen und Migranten eine Schlüsselaufgabe in vielen Gesellschaften der Welt; in einem allgemeinen Sinn könnte man sogar sagen, dass die ganze Menschheitsgeschichte auch eine Migrationsgeschichte war. Viele Menschen erfahren heute in ihrem Alltagsleben die Migrationsituation als einen Normalzustand. Dennoch genießen Migrantinnen und Migranten auch in demokratischen Staaten wie Japan und Deutschland noch nicht die vollen Bürgerrechte, obwohl Demokratien von der Partizipation der Bürgerinnen und Bürger leben. Migrantinnen und Migranten können zum Beispiel nicht die politischen Mandatsträger wählen, die über ihre unmittelbaren Lebensbedingungen entscheiden. Und auch heute noch werden Migrantinnen und Migranten als Sicherheitsfaktor im Sinne der staatlichen Kontrollfunktion gesehen und nicht als Mitbürgerinnen und Mitbürger, denen Chancengleichheit in allen Lebensbereichen zusteht. Trotzdem kann man sagen, dass sowohl in Deutschland wie auch in Japan die Integration einen neuen Stellenwert in der Politik bekommen hat und dass sich beide zunehmend als „Integrationsländer“ verstehen. In beiden Ländern wird das Zusammenleben mit Menschen aus anderen Ethnien und Kulturen allmählich auch als Bereicherung und Chance gesehen, und die positiven Migrationspotenziale werden erkannt. Gleichzeitig wird aber die Forderung nach Integration der Migrantinnen und Migranten vor allem als Aufforderung zur Assimilation verstanden, und damit wird deutlich, dass nicht nur die zugrunde liegenden Vorstellungen von Migration und Integration kritisch überprüft werden müssen, sondern auch die zugrunde liegenden Kulturkonzepte. Die Migrationsthematik sollte nicht mehr nur als Aufnahme und Integration von „Ausländerinnen“ und „Ausländern“ mit einer anderen Kultur in einen nationalen Staat mit seiner besonderen Kultur betrachtet werden, sondern sie sollte grundsätzlich neu überdacht werden im Sinne der Bildung einer gemeinsamen transkulturellen Zivilgesellschaft. Erste Ansätze dazu kann man in den letzten Jahren in Japan erkennen, und deshalb soll im Folgenden die Migrations- und Integrationssituation in Japan erörtert werden, wo allmählich ein Bewusstsein für die Migrations- und Integrationsproblematik erwächst und ein neues Konzept für die Integration von Migrantinnen und Migranten als „multikulturelle Koexistenz“ (*tabunka kyōsei*) entwickelt wurde. Es geht dabei aber nicht nur um konkrete Migrationspolitik und -maßnahmen, sondern auch um die Analyse, welches Kulturkonzept hinter dieser Politik und diesen Maßnahmen steckt. Daran anschließend sollen dann die deutsche Integrationspolitik und die leitenden Konzepte der kontroversen Debatten in Deutschland über diese Politik zum Vergleich herangezogen werden, um schließlich auf dieser breiteren Grund-

lage die Möglichkeit einer transkulturellen Integrationspolitik in ersten Umrissen herausarbeiten zu können.

### **Das Konzept der „multikulturellen Koexistenz“**

Lange Zeit wurde in Japan behauptet, die japanische Gesellschaft sei eine homogene Gesellschaft mit einer gemeinsamen Sprache, Geschichte, Kultur und Ethnie. Diese sehr oft in dem so genannten Japan-Diskurs (*nihon bunka-ron* oder *nihonjin-ron*) wiederholte Behauptung wurde schon längst als Ideologie entlarvt und ist unter heftige Kritik geraten.<sup>1</sup> Obwohl dieser Japan-Diskurs, dessen nationalistische Grundtendenz in den Schleier der Kultur gehüllt war, in den 1980er Jahren beendet zu sein schien, entstand in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre ein noch stärker und direkter nationalistischer Diskurs. Er wurde und wird von der nationalkonservativen Seite, die diesen Diskurs bis heute führt, als „Verteidigung“ beziehungsweise als „Gegenangriff“ empfunden, der sich gegen die langsam aufkommenden und immer stärker werdenden liberalen zivilgesellschaftlichen Tendenzen in der japanischen Gesellschaft richtet.

Obwohl die japanische Gesellschaft in keiner historischen Phase – auch nicht in ihrer Entstehungsphase – eine homogene Gesellschaft war, sondern schon immer unter dem chinesischen und koreanischen kulturellen Einfluss stand und die Ureinwohner Japans, die Ainu, wie dann später auch die Okinawaner, als Teile des japanischen Volks integriert hat, bestand und besteht in Japan immer noch das Bewusstsein, eine ethnisch homogene nationalkulturelle Gesellschaft zu sein. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass es in Japan bis heute kein umfassendes Migrationsgesetz gibt. Zwar hat Japan verschiedene auf die Menschenrechte bezogene UNO-Konventionen wie die Weltmensenrechtsdeklaration (1948), die Internationale Menschenrechtskonvention (1979), die Kinderrechtskonvention (1994) sowie die Antidiskriminierungskonvention (1995) unterzeichnet beziehungsweise ratifiziert, aber die inländischen Gesetze sind diesen Konventionen noch nicht ausreichend angepasst worden. Seit der Festlegung des „Gesetzes zur Kontrolle über die Ein- und Ausreise sowie zur Anerkennung von Flüchtlingen“ von 1951 gab es bis zur Novellierung dieses Gesetzes im Jahr 1990, die japanischstämmigen Auswanderern einen ständigen Aufenthalt in Japan ermöglichte, keine Bereitschaft, Migrantinnen und Migranten sowie Flüchtlinge längerfristig aufzunehmen. Nach der neuesten Novellierung dieses Gesetzes, die im Juli 2009 beschlossen wurde, wird Ausländern eine Aufenthaltskarte ausgestellt, mit der alle Informationen über die einreisenden Ausländer vom Justizministerium kontrolliert werden können. Dahinter steckt immer noch die Idee der Notwendigkeit einer Kontrolle von Ausländern und weniger die Bereitschaft zur Aufnahme von Migrantinnen und Migranten sowie Flüchtlingen, auch wenn inzwischen die Aufenthaltsfrist für Ausländer von drei auf fünf Jahre verlängert wurde. Für einen hochentwickelten Industriestaat nimmt Japan nur eine sehr kleine Zahl von Flüchtlingen auf (siehe Tab. 1).

Diese restriktive Ausländerpolitik änderte sich auch nicht, als die Geburtenrate 1989 in Japan den „1,57-Schock“ auslöste und seitdem weiter kontinuierlich sank (2007: 1,34).<sup>2</sup> Mit dem radikalen demografischen Wandel insgesamt, den man in Japan unter dem Begriff „*shōshi-kōreika-shakai*“ (eine Gesellschaft mit niedriger Geburtenrate und hoher Überal-

<sup>1</sup> Vgl. zum Beispiel Dale (1990), Befu (1987), Befu (2001) sowie Antoni (1991).

<sup>2</sup> Vgl. Sōmushō (2009).

Zielland	Jahr			
	2004	2005	2006	2007
Australien	3.201	3.204	3.515	3.980
Deutschland	35.613	28.914	21.029	19.164
Japan	426	384	954	816
Korea	145	412	278	717
USA	44.972	39.240	41.101	40.449

Tab. 1: Aufnahme von Asylsuchenden nach Zielland (vgl. OECD. Stat Extracts 2007)

terung) zusammenfasst, verändert sich aber allmählich das Bewusstsein der Gesellschaft und der Politik auch in Bezug auf die Migrationsfrage.

In dem „Zweiten Masterplan für die Regulierung von Einwanderung“, der vom japanischen Justizministerium im Jahr 2000 veröffentlicht wurde, spricht die japanische Regierung zum ersten Mal davon, ein „gemeinsames Leben (für Japaner und Ausländer)“ zum Ziel der Einwanderungspolitik zu machen.<sup>3</sup> Als 2005 die Zahl der Ausländerinnen und Ausländer in Japan die zwei Millionen überschritt, begann die Regierung, diese Situation unter dem Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ (*tabunka kyōsei*) zu begreifen und zu versuchen, daraus eine Integrationspolitik zu entwickeln. Das Innenministerium (*Sōmushō*) veröffentlichte 2006 ein „Förderprogramm zur multikulturellen Koexistenz“ (*tabunka kyōsei suishin puroguramu*) und erklärte die „multikulturelle Koexistenz in der Region“ (*chiiki ni okeru tabunka kyōsei*) zu einer seiner Schwerpunktmaßnahmen.<sup>4</sup> Bedeutete dies eine grundlegende Wende in der Ausländerpolitik der japanischen Regierung, weg von einem Kontrollstreben und hin zu dem Bemühen um Integration?

Das Konzept „multikulturelle Koexistenz“ (*tabunka kyōsei*) ist – wie es für eine sich globalisierende Zivilgesellschaft charakteristisch ist – aus dem Zusammenhang der zivilgesellschaftlichen Netzwerkbewegungen hervorgegangen. Der Begriff *kyōsei* (Koexistenz, Zusammenleben) hat sich in der Bürgerbewegung seit den 1970er Jahren herauskristallisiert, als so genannte *Zainichi*-Koreaner (in Japan lebende Nord- und Südkoreaner) angefangen haben, mit Japanern zusammenzuarbeiten. Dies geschah aus einem bestimmten Anlass: Im Jahr 1970 wurde die einem *Zainichi*-Koreaner bereits zugesagte Einstellung beim Unternehmen Hitachi in Kawasaki (in der Präfektur Kanagawa) rückgängig gemacht, nachdem sich seine Identität als *Zainichi*-Koreaner herausgestellt hatte. Daraus entstand der so genannte Hitachi-Kampf, in dem die Diskriminierung der *Zainichi*-Koreaner als ein Problem der japanischen Gesellschaft und der Japaner selbst begriffen wurde; aus diesem gemeinsamen Kampf ging die Vorstellung des *kyōsei* („gemeinsam leben“) hervor.<sup>5</sup> Es gab für die Entwicklung dieses Konzepts also einen konkreten und sozusagen individuellen Ausgangspunkt.

Der Hitachi-Kampf wurde zum Anlass, dass in den 1970er Jahren in Kawasaki eine Reihe von Bürgerbewegungen entstand, durch die die Diskriminierung der in der zweiten Generation in Japan lebenden Koreaner und ihrer Kinder in verschiedenen Lebensbereichen problematisiert wurde und durch einen gemeinsamen Kampf überwunden werden

<sup>3</sup> Vgl. Yamawaki (2006: 61).

<sup>4</sup> Vgl. *Sōmushō* (2006).

<sup>5</sup> Vgl. Park *et al.* (2008).

sollte. Dies führte 1986 zur Festlegung der „Richtlinien zur Erziehung von Kindern der in Kawasaki lebenden Ausländer – hauptsächlich der Erziehung der Kinder von *Zainichi-Koreanern*“, in denen steht:

Man muss den in der Stadt [Kawasaki] lebenden Ausländern das Recht auf Erziehung zuerkennen und ihnen garantieren, dass sie aktiv an der Entwicklung einer regionalen Gesellschaft mitarbeiten können, in der sie sich mit einem ethnischen Bewusstsein und Stolz etablieren und als Bürger mit den Japanern, gegenseitig die Position der anderen respektierend, leben können.<sup>6</sup>

In diesen Richtlinien wird bereits die Idee der Koexistenz – im Sinne eines *Zusammenlebens* – zwischen den *Zainichi-Koreanern* und den Japanern zum Ausdruck gebracht. Kern der Bürgerbewegung in Kawasaki war eine juristische Körperschaft für soziale Wohlfahrt, die „*Seikyūsha*“, die mit der Einrichtung einer Kindertagesstätte hauptsächlich für *Zainichi-Kinder* begann. Auf ihre Initiative hin entstand dann ein Jugendzentrum, „*Fureaikan*“ (Begegnungshaus), in dessen Satzung steht:

Das Fureaikan soll auf der Grundlage des Geistes der Menschenrechte zur Gründung einer regionalen Gesellschaft beitragen, in der alle in Japan lebenden Ausländer – hauptsächlich *Zainichi-Koreaner* – und Japaner als Bürger gegenseitig Kontakte pflegen, die Geschichte und die Kultur der anderen verstehen und gemeinsam leben (*tomo ni ikiru*) können.<sup>7</sup>

Die Stadt Kawasaki hat bereits 1993 in ihrem Verwaltungsplan „Das neue Zeitalter der Stadt Kawasaki 2010“ die „Förderung der Stadtgestaltung für multikulturelle Koexistenz“ als ein Ziel aufgeführt und 1996 in der Stadtverwaltung eine Abteilung für die „Förderung von Menschenrechten und Koexistenz“ eingerichtet.<sup>8</sup> Darüber hinaus hat die Stadt Kawasaki die Beschränkung der Eintrittsmöglichkeiten in den öffentlichen Dienst abgeschafft, die vor allem in der Voraussetzung der Staatsbürgerschaft bestanden, und damit Ausländern die Möglichkeit der Einstellung in bestimmten Bereichen eröffnet; diese Regelung wurde unter dem Namen „Kawasaki-Methode“ auch in anderen Regionalverwaltungen eingeführt. Um die Stimmen der Ausländer in der Stadtpolitik zu repräsentieren, wurde ein Ausländerrat mit 26 Vertretern eingerichtet.<sup>9</sup> So hat Kawasaki bereits in den 1990er Jahren als „Stadt der multikulturellen Koexistenz“ einen guten Ruf in Japan erlangt.

Eine weitere Entwicklungslinie hin zum Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ sieht dessen Ursprung in dem Informationszentrum für Ausländer, das nach dem Hanshin-Erdbeben im Jahr 1995 entstanden war, um die vom Erdbeben betroffene ausländische Bevölkerung in mehreren Sprachen zu informieren und ihr die notwendige Hilfe und Unterstützung geben zu können. Daraus entwickelte sich ein „Zentrum für multikulturelle Koexistenz“ (*tabunka kyōsei sentā*), und inzwischen gibt es solche Zentren auch in Osaka, Hiogo, Kioto, Hiroshima und Tokio.<sup>10</sup>

Es waren also vor allem die Kommunen, in denen zuerst die Bedeutung und die Notwendigkeit einer Neukonzipierung der Integrationspolitik in Japan erkannt wurden. Diese Integrationspolitik wurde verstanden als Verwirklichung einer Gesellschaft, in der nicht nur ein gemeinsames Leben von Japanern und Ausländern ermöglicht werden sollte, son-

<sup>6</sup> Zitiert nach Katō (2008: 22); Übersetzung der Verfasserin.

<sup>7</sup> Zitiert nach Katō (2008: 22); Übersetzung und Hervorhebung durch die Verfasserin.

<sup>8</sup> Vgl. Katō (2008: 23).

<sup>9</sup> Nach diesem Vorbild wurde beispielsweise auch in den Präfekturen Kanagawa, Hiogo und Nagano ein Ausländerrat eingerichtet.

<sup>10</sup> Vgl. <http://www.tabunka.jp/> (22.10.2009).

dern in der beide für die Gestaltung der Stadt und der Region, in der sie leben, verantwortlich sein sollen. So beschloss zum Beispiel die Stadt Hiroshima in diesem Sinn 2006 „Richtlinien zur Gestaltung einer Stadt der verschiedenen Kulturen“.<sup>11</sup>

Im selben Jahr wurden der Begriff und das Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ auch auf der gesamtstaatlichen Ebene aufgenommen und als administrative Aufgabe verstanden. In den im Juli 2006 veröffentlichten „Generellen Richtlinien“ (*honebuto no hōshin*) des Kabinetts wird festgestellt: „Der Aufbau einer multikulturellen Gesellschaft wird vorangetrieben, unter anderem dadurch, dass noch in diesem Jahr Maßnahmen zur Integration in Japan lebender Ausländer getroffen werden“.<sup>12</sup>

Und in dem Bericht der vom Innenministerium beauftragten Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ heißt es:

Die Arbeitsgruppe definiert die „multikulturellen Koexistenz“ in der Region so<sup>4</sup> dass „Menschen mit unterschiedlicher Staatsbürgerschaft oder Ethnie als Mitglieder der regionalen Gesellschaft zusammen leben, indem sie sich bemühen, *ihre kulturellen Unterschiede gegenseitig anzuerkennen* und gleichberechtigte Beziehungen aufzubauen.“ [. . .]

Wie aus dieser Definition hervorgeht, ist es wichtig, um die „multikulturelle Koexistenz“ zu fördern, dass *sowohl die japanische als auch die ausländische Bevölkerung* die gemeinsame Vorstellung haben, Subjekte der regionalen Gesellschaft zu sein.<sup>13</sup>

Seitdem wurde diese Definition in verschiedene Integrationsvorschriften von Kommunalverwaltungen aufgenommen und hat damit einen offiziellen Status bekommen. Als Unterstützungsmaßnahme für die ausländische Bevölkerung wurde vom Innenministerium der „Förderplan zur multikulturellen Koexistenz in der Region“ vorgeschlagen. Darin werden folgende Maßnahmen genannt, um die regionale Internationalisierung voranzutreiben:

1. Kommunikationsunterstützung:
  - Multikulturalisierung der Informationssprachen;
  - Unterstützung beim Lernen der japanischen Sprache und von Grundkenntnissen über die japanische Gesellschaft;
2. Unterstützung für das Alltagsleben:
  - Wohnung;
  - Erziehung;
  - Arbeitsumgebung;
  - medizinische Hilfe, Gesundheit, soziale Wohlfahrt;
  - Vorbeugungsmaßnahmen gegen Katastrophen;
  - anderes;
3. Gestaltung des Regionallebens für die „multikulturelle Koexistenz“:
  - Bewusstseinsförderung beziehungsweise Aufklärung der regionalen Gesellschaft;
  - Autonomie und Partizipation der ausländischen Bevölkerung.<sup>14</sup>

<sup>11</sup> Vgl. Yamawaki (2006: 68).

<sup>12</sup> Zitiert nach Yamawaki (2006: 65).

<sup>13</sup> Tabunka kyōsei no suishin ni kansuru kenkyūkai (2006: 5). Bericht vom März 2006; Übersetzung und Hervorhebung durch die Verfasserin.

<sup>14</sup> Vgl. Sōmushō (2006).

In den Vorschlägen zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ in der Region wird vor allem auf ihre positiven Aspekte hingewiesen: Sie entspräche dem Sinn der Menschenrechte von Ausländern im Geiste der Internationalen Menschenrechtskonvention und der UN-Antidiskriminierungskonvention; durch die Förderung würden in einer der Welt geöffneten regionalen Gesellschaft deren Wirtschaft und Industrie revitalisiert; die Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ trage zur Verbesserung der interkulturellen Kommunikationskompetenz der regionalen Bevölkerung und zur Bildung der jüngeren Generation durch die Entwicklung einer interkulturellen Kompetenz bei. So könne insgesamt die Gestaltung der Region in der Perspektive des *universal design* vorangetrieben werden.<sup>15</sup> Diesen positiven Ansätzen und hoffnungsvollen Aussichten, die mit der Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ verbunden werden, folgen dann konkrete Empfehlungen zu den oben genannten Unterstützungsmaßnahmen für Ausländer.<sup>16</sup> Im März 2007 wurde von der Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ ein weiterer Bericht vorgelegt. Dessen Hauptteil ist der Bildung eines Netzwerks zum Schutz der Ausländer im Fall von Naturkatastrophen gewidmet. Der zweite Teil besteht aus Überlegungen, wie man der ausländischen Bevölkerung einen angemessenen Service durch die regionale Verwaltung anbieten könnte. In diesem zweiten Teil geht es zuerst darum, wie man die ausländische Bevölkerung genau erfassen und erreichen kann. Danach geht es um die Kommunikationsunterstützung; dazu werden einerseits Überlegungen angestellt, die jeweiligen Informationen in mehreren Sprachen zu geben, andererseits wird diskutiert, wie man der ausländischen Bevölkerung Japanisch und Grundkenntnisse über die japanische Gesellschaft vermitteln kann.<sup>17</sup>

Lange Zeit hat sich die Ausländerpolitik der japanischen Regierung lediglich auf die Kontrolle über den Aufenthalt der Ausländer und über deren Arbeitsverhältnisse konzentriert. Obwohl in den 1980er Jahren in der Regierungszeit des Ministerpräsidenten Nakasone der Leitsatz geprägt wurde: „Japan als internationaler Staat und eine Politik der Internationalisierung der Regionen“, betrachtete man die Migrantinnen und Migranten, die hauptsächlich aus China, Südostasien und Lateinamerika kamen, immer noch als Gastarbeiter auf Zeit. Aber in den 1990er Jahren zeigte sich immer stärker die Tendenz, dass diese Arbeitskräfte langfristig ansässig wurden, ihre Familien nachholten und ihre Kinder auf japanische Schulen schickten. Politik und Verwaltung mussten sich auf die neue Situation einstellen, und dies führte zu einer Systematisierung der Ausländerpolitik auf kommunaler und regionaler Ebene. Ausländer sollten nun als regionale Bevölkerung betrachtet werden, und die regionalen und kommunalen Verwaltungen sollten verschiedene Aspekte der Alltagslebensbereiche von Ausländern mit bedenken; dies wird unter dem Stichwort „*seikatsusha to shite no gaikokujin*“ (Ausländer als *seikatsusha*, das heißt als „das Alltagsleben Lebende“) beschrieben. Im Strategiepapier „Strategien zur Globalisierung“ (*gurôbaru senryaku*; Mai 2006) der Regierung von Ministerpräsident Koizumi

<sup>15</sup> Mit dem Begriff des *universal design* ist das Design von Produkten, Einrichtungen und Informationen gemeint, die nicht für bestimmte Menschen gedacht, sondern trotz aller kulturellen, sozialen, Gender- und Altersunterschiede oder auch Unterschiede von Menschen mit oder ohne Behinderung für alle gleichermaßen gut nutzbar sind.

<sup>16</sup> Vgl. Tabunka kyôsei no suishin ni kansuru kenkyûkai (2006: 5). Bericht vom März 2006; Übersetzung der Verfasserin.

<sup>17</sup> Vgl. Tabunka kyôsei no suishin ni kansuru kenkyûkai (2007).

wurde der „Aufbau einer multikulturellen Koexistenzgesellschaft“ (*tabunka kyôseishakai no kôchiku*) geplant, und es wurden noch im selben Jahr umfassende Maßnahmen zur Verbesserung der Lebensbedingungen für „Ausländer als *seikatsusha*“ eingeleitet (Dezember 2006).<sup>18</sup> Wird mit diesen Plänen und Maßnahmen der japanischen (Zentral-)Regierung eine neue Ära in der japanischen Ausländerpolitik eingeführt?

Es sind zwar die ersten Schritte zur Gestaltung einer neuen Migrationspolitik von der Zentralregierung getan worden; aber bis heute sind die Regionen und Kommunen, in denen viele Migrantinnen und Migranten leben und arbeiten, weitgehend auf sich gestellt. Sie mussten und müssen mit der neuen Situation allein fertig werden und neue Wege zur Lösung der Probleme finden. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, wie das Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ verstanden wird. Zwar ist es richtig, wenn Yamawaki sagt, um den Begriff der „multikulturellen Koexistenz“ präzise definieren und im Sprachgebrauch verankern zu können, sei es notwendig, „dass er durch Gesetze und kommunale Verordnungen mit Leben erfüllt wird“.<sup>19</sup> Gerade deshalb ist es aber wichtig, vor der Umsetzung in Gesetze und Verordnungen kritisch zu analysieren und zu klären, welche Vorstellungen und Prämissen dem Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ zugrunde liegen.

### Kritik an der Zweiteilung „Japaner und Ausländer“

Wie bereits dargestellt, wurde die „multikulturelle Koexistenz“ im Bericht der Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ als „Zusammenleben von Menschen mit unterschiedlicher Staatsbürgerschaft oder Ethnie als Mitglieder der regionalen Gesellschaft definiert, die sich bemühen sollen, *ihre kulturellen Unterschiede gegenseitig anzuerkennen* und gleiche Beziehungen aufzubauen“. Und deshalb sollen nach dieser Definition „*sowohl die japanische als auch die ausländische Bevölkerung die gemeinsame Vorstellung haben, Subjekte der regionalen Gesellschaft zu sein*“.<sup>20</sup> Aus dieser Formulierung geht hervor, dass es hier um das Zusammenleben von Japanern und Ausländern geht, die beide zuerst ihre kulturellen Unterschiede anerkennen sollen. Das bedeutet, dass man sich die Subjekte der „multikulturellen Koexistenz“ als die Japaner einerseits und die Ausländer andererseits vorstellt und damit die Menschen von vornherein in zwei Gruppen strikt aufteilt. Darüber hinaus werden kulturelle Unterschiede zwischen ihnen als selbstverständlich vorhanden vorausgesetzt, und sie werden als Angehörige unterschiedlicher Kulturen gesehen. Diese Annahme ist besonders in Bezug auf die schon erwähnten *Zainichi*-Koreaner nicht zutreffend.

An der Unterscheidung zwischen „Japanern und Ausländern“, die in fast allen Dokumenten und Schriften zur Migration auftaucht, wird deutlich, dass in dem Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ unter „Ausländern“ vor allem die „Newcomer-Ausländer“ gemeint sind, denen Japanisch-Sprachkurse angeboten und die in Japankunde unterrichtet werden sollen. In diesem binären oder Zweiteilungsdenken werden aber die schon lange in Japan ansässigen nicht japanischstämmigen Menschen übersehen, die nach diesem

<sup>18</sup> Ziel war es, eine Lebensumgebung zu schaffen, in der die Ausländer die gleichen Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung genießen können wie die japanische Bevölkerung; vgl. Keizai zaisei shimon kaigi (2006).

<sup>19</sup> Yamawaki (2006: 64).

<sup>20</sup> Hervorhebung durch die Verfasserin.

Denken nicht als Japaner betrachtet werden, aber auch keine „Ausländer“ sind. Zu diesen Menschen gehören vor allem die Koreaner der zweiten und dritten Generation, die *Zainichi*-Koreaner. *Zainichi* heißt „sich in Japan aufhalten“, und *Zainichi*-Koreaner sind „sich in Japan aufhaltende Nord- oder Südkoreaner“. Die Absurdität dieser Bezeichnung wird daran erkennbar, dass sie auch auf diejenigen Koreaner angewendet wird, die als zweite, dritte oder sogar vierte Generation in Japan leben, Korea kaum kennen und kein Koreanisch beherrschen. Sie unterscheiden sich – abgesehen von ihrer Abstammung – kaum von den Japanern.

Vor dem Zweiten Weltkrieg hat es etwa zwei Millionen Koreaner in Japan gegeben.<sup>21</sup> Viele waren schon seit Ende des 19. Jahrhunderts, also noch vor der Annexion Koreas durch Japan im Jahr 1910, nach Japan gekommen, um dort Arbeit zu finden. Nach einem Kabinettsbeschluss vom September 1944 wurden auf der Grundlage des Mobilisierungsgesetzes Koreaner durch die Japaner als Zwangsarbeiter in Japan eingesetzt. Nach dem Zweiten Weltkrieg kehrte bis März 1946 über eine Million Koreaner in ihre Heimat zurück. Die in Japan bleibenden Koreaner, die bis dahin die japanische Staatsangehörigkeit hatten, wurden zu Ausländern erklärt; nach dem Friedensvertrag von San Francisco von 1952 verloren sie ihre japanische Staatsangehörigkeit.<sup>22</sup> Gegenwärtig leben in Japan 589.239 Koreaner; sie machen 26,6 Prozent der in Japan lebenden Ausländer insgesamt aus (Statistik von 2008) und sind damit die zweitgrößte Ausländergruppe nach den Chinesen (655.377 im Jahr 2008).<sup>23</sup>

Zwar wurden die Diskriminierungen der *Zainichi*-Koreaner nach und nach durch Gesetze beseitigt, aber es gibt immer noch subtile Diskriminierungen zum Beispiel bei beruflichen Einstellungen, Eheschließungen und so weiter. Für die *Zainichi*-Koreaner der ersten Generation, die starke Diskriminierungen durch die Japaner erlitten hatten, war und blieb ihre Identität eindeutig koreanisch. Die koreanische Identitätsbildung wurde erst ab der zweiten Generation schwieriger und komplexer, weil diese Koreaner sowohl zu Japan wie auch zu Korea ambivalente Beziehungen haben und ihre Identität deshalb nicht eindeutig bestimmen können. Die heutigen jungen *Zainichi*-Koreaner haben dagegen vielfältige Identitätsbildungsstrategien entwickelt, die sich zum Beispiel im Umgang mit ihren koreanischen Namen manifestieren: Manche benutzen auch offiziell ihren koreanischen Namen, manche ihren japanisierten Namen, manche den koreanischen und japanischen Namen kombiniert.<sup>24</sup> Da diese Koreaner sich in ihrer Japanischkompetenz und in ihrer Kenntnis der japanischen Kultur und Gesellschaft von den Japanern nicht unterscheiden, ist es unangemessen, sie als „Ausländer“ zu behandeln, denen Japanisch-Sprachkurse oder Informationen über die japanische Gesellschaft angeboten werden sollen. In der neuen

<sup>21</sup> Vgl. Ryang (2000: 3 f.).

<sup>22</sup> Nach einem Bericht des japanischen Außenministeriums von 1959 wurden allerdings Koreaner vor dem Ende des Zweiten Weltkrieg nur zwischen September 1944 und März 1945 als Zwangsarbeiter eingesetzt, von denen zum Berichtszeitpunkt nur noch 245 in Japan lebten. Die restlichen Koreaner seien – diesem Bericht zufolge – freiwillig nach Japan gekommen und geliebt; vgl. Asahi Shinbun (1959).

<sup>23</sup> Vgl. Nyūkoku kanrikyoku (2009).

<sup>24</sup> Unter der japanischen Kolonialherrschaft wurden die koreanischen Staatsbürger gezwungen, einen japanischen Namen anzunehmen. Nach der Niederlage Japans benutzten die meisten der in Japan verbliebenen Koreaner weiterhin den japanischen Namen; nicht zuletzt, um sich der Diskriminierung zu entziehen; vgl. Iwata-Weickgenannt (2008: 107–112).



Politik der „multikulturellen Koexistenz“ der japanischen Regierung werden sie in ihrem besonderen Status und ihrer spezifischen Situation nicht berücksichtigt.

Die kulturelle Differenzierung zwischen Japanern und Ausländern ist im Multikulturalitätskonzept selbst angelegt. Die Multikulturalität setzt voraus, dass in einer Gesellschaft Menschen beziehungsweise Gruppen mit verschiedenen Kulturen nebeneinander existieren. Deshalb muss nach diesem Konzept eine Möglichkeit gesucht werden, dass sie in irgendeiner Weise zusammenleben können. Im Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ sind von vornherein die Differenzen und damit die Unvereinbarkeit der Kulturen vorprogrammiert. Darüber hinaus ist der Begriff der „Koexistenz“ ein viel zu passives Konzept, um gemeinsam eine Gesellschaft zu gestalten. Es liegen bereits in der Definition, ja sogar in der Bezeichnung dieses Konzeptes der „multikulturellen Koexistenz“ Annahmen, die die Migranten- und Ausländerpolitik vorstrukturieren und ihr klare Grenzen setzen.

### **Kritik des dem Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ zugrunde liegenden Kulturverständnisses**

Nach dem Kulturverständnis der Moderne wird die Kultur nur auf eine Ethnie oder auf eine Nationalität, also auf die Nation, bezogen gedacht. Dieses moderne Kulturverständnis liegt auch dem Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ zugrunde. Kultur ist aber niemals eine geschlossene Einheit, die eigenursprünglich ist und in einem „reinen“ Zustand bleibt – zum Beispiel als ursprüngliche, „rein“ japanische Kultur. Auch die japanische Kultur hat erst im Austausch mit anderen Kulturen ihre spezifische Form angenommen und lebt in einem ständigen Austausch mit anderen Kulturen; wie jede Kultur ist sie in einem steten Wandel begriffen. Die japanische Kultur stand unter einem starken Einfluss der chinesischen Kultur, aber auch der koreanischen Kultur. Die moderne japanische Kultur ist darüber hinaus ohne den Einfluss der europäischen und amerikanischen Kultur undenkbar. Die Denkweise, die japanische Kultur als eine Einheit zu sehen, ist erst in der Moderne entstanden; bis dahin hatte es keinen einheitlichen japanischen Nationalstaat mit einer einheitlichen japanischen Kultur gegeben. Auch heute noch gibt es in Japan verschiedene regional unterschiedliche Kulturen, die alle zusammen als japanisch bezeichnet werden, aber keineswegs einheitlich sind. Auch historisch gibt es sehr verschiedene kulturelle Strömungen und Tendenzen.

Kultur – gerade auch die japanische – muss als offen, wandelbar und stets im Austausch befindlich begriffen werden. Wenn die einzelne spezifische Kultur nicht mehr als geschlossen, als von den anderen Kulturen verschieden und als eigenständig verstanden wird, dann werden mehr die Gemeinsamkeiten der Kulturen gesehen und nicht das Trennende zwischen ihnen. Nach diesem Kulturverständnis wird man nicht mehr von vornherein „kulturelle Unterschiede“ voraussetzen und die Menschen dadurch voneinander trennen. Weil man Kultur immer in Kommunikation und Austausch versteht, ist nach diesem Verständnis Kultur etwas Prozesshaftes und nicht etwas Festes und Starres. Vor der Kommunikation und Interaktion der Kulturen gibt es keine festgelegte Kultur; sie wird erst im Dialog in ihrer Besonderheit erkennbar und fassbar.

Auch das Multikulturkonzept geht von einem Verständnis in sich geschlossener abgegrenzter Kulturen aus und ist gekennzeichnet durch ethnische Fundierung, soziale Homogenisierung und Abgrenzung der einzelnen ethnisch kulturell bestimmten Gruppen nach

außen; außerdem ist es verbunden mit einer Hierarchisierung dieser Gruppen und ihrer Kulturen. Dem Multikulturalismus liegt also die Vorstellung einer Gesellschaft zugrunde, die aus ethnisch-kulturellen Gruppen zusammengesetzt ist; die Individuen werden als Träger einer bestimmten Gruppenidentität definiert, und es wird gefordert, im Sinne einer „Politik der Differenz“<sup>25</sup> den verschiedenen ethnischen Gruppen und Kulturen gleich viel Respekt und Anerkennung entgegenzubringen. Das Gegenkonzept zum Multikulturalismus ist die Assimilationspolitik. Während die monokulturelle Assimilationspolitik auf eine Gesellschaft zielt, die sich als ein homogenes Ganzes versteht und den sozialen Zusammenhalt betont, führt eine multikulturelle Politik zu einer fragmentierten Gesellschaft ethnischer Gemeinschaften, das heißt zu einem ethnischen und kulturellen Pluralismus. Multikultur bedeutet im positiven Sinn, die Kultur des anderen aufzuwerten und ihr – bezogen auf das Migrationsproblem – in der Aufnahmegesellschaft einen eigenen Raum zu schaffen. Wenn aber diese Kultur und die entsprechende ethnische Gruppe eine eigene Souveränität beanspruchen und dieser Anspruch mit der nationalen und staatlichen Rechts-, Sozial- und Werteordnung der Aufnahmegesellschaft in Konflikt gerät, dann könnte die kulturelle und ethnische Verschiedenheit und Vielfalt die Einheit eines Staates und seine Werteordnung bedrohen. Deshalb wird auch vom Multikulturalismus gefordert, dass Angehörige kultureller Minderheiten in den jeweiligen nationalen Staat integriert werden – zum Beispiel in Einwanderungsländern wie Australien.<sup>26</sup>

Sowohl Multikultur als auch Assimilation setzen voraus, dass Kultur im Sinne einer ethnisch kodierten Kultur ein Unterscheidungsmerkmal zwischen Menschen und sozialen Gruppen ist. Individuen und Gruppen werden ethnisch und kulturell definiert und verstehen sich auch so. An die Stelle der Anerkennung von Individuen in ihrer Autonomie tritt die Forderung nach Anerkennung von Kulturen beziehungsweise kulturellen Zugehörigkeiten. Die Kulturzugehörigkeit wird zur Voraussetzung für die Selbstachtung und für ein selbstbestimmtes Leben.<sup>27</sup> Dies kann zu einer Überbetonung des Eigenwerts einer Kultur und kulturellen Gemeinschaft, zur Bevorzugung des Eigenen gegenüber dem Fremden und allgemein zur Essenzialisierung der Kultur führen. Bezogen auf die Migrationsthematik bedeutet dies, dass die Integration von Migrantinnen und Migranten in die Aufnahmegesellschaft zu einem Problem werden kann.

## **Zur Integrationsproblematik in Deutschland**

In Deutschland ist es in den letzten Jahren sowohl in der Migrationsforschung wie auch in der öffentlichen Debatte über die Migrationsproblematik zu einer „Konjunktur des Integrationsparadigmas“ gekommen.<sup>28</sup> Seit ein politischer Konsens darüber besteht, dass die Bundesrepublik Deutschland ein Einwanderungsland ist, kam es seit 1998 zu einem Paradigmenwechsel in der Integrationspolitik, wie er sich zum Beispiel in der Reform des Staatsangehörigkeitsrechts und in dem neuen Zuwanderungsgesetz von 2005 manifestiert hat.<sup>29</sup> Integrationspolitik zielt nun darauf ab, den Migrantinnen und Migranten eine mög-

---

<sup>25</sup> Taylor (1992).

<sup>26</sup> Vgl. Hage (2009).

<sup>27</sup> Vgl. Radtke (2009).

<sup>28</sup> Hess und Moser (2009: 14).

<sup>29</sup> Vgl. Bundesministerium des Innern (2008).

lichst umfassende gleichberechtigte Teilhabe in allen gesellschaftlichen Lebensbereichen zu ermöglichen. Eine solche Teilhabe setzt aber – in der Denkweise dieser Integrationspolitik – das Gefühl der Zugehörigkeit und die „Bereitschaft zu Solidarleistungen und Gemeinwohlorientierung“ voraus.<sup>30</sup> Soziale Integration und politische Integration bedingen sich wechselseitig; sie sind bezogen auf das Zugehörigkeitsgefühl zu einer Gesellschaft und zu einem politischen Gemeinwesen. Deshalb stellt sich die Frage, wie viel ethnische Unterschiedlichkeit, kulturelle Verschiedenheiten und Abweichungen von der Mehrheitskultur eine Integrationspolitik zulassen kann. In Deutschland hat sich diese Frage in der politischen Diskussion auf das Problem der „Leitkultur“ zugespitzt. Es geht darum, ob die für das Funktionieren einer Gesellschaft und eines demokratischen Staats notwendige Gemeinschaftsidentität und das notwendige Solidarbewusstsein die Integration in eine Leitkultur, die als eine „integrierende Leitkultur“ verstanden wird, voraussetzen.<sup>31</sup> Es geht dabei um die Zugehörigkeit zu einer kollektiven Identität im Sinne einer „Bürgerschaft“, die „die Bürger zu einer politischen Gemeinschaft integriert“.<sup>32</sup> Der problematische Begriff der Leitkultur zielt in diesem Verständnis auf eine normative Orientierung und soziale Integration (Göhler spricht hier von einer „normativen Integration“<sup>33</sup>), ohne die eine politische Gemeinschaft nicht auskommen kann.<sup>34</sup> Diese normative Orientierung könne nicht nur an der abstrakten Verfassung ausgerichtet sein, sondern müsse auch – so Göhler – „die Wertvorstellungen der konkreten Alltagskultur erfassen“.<sup>35</sup> Sowohl die Werte der Verfassung wie auch die Werte der Alltagskultur sollten gefühlsmäßig verankert sein. Göhler definiert in diesem Sinn Leitkultur als „das Ensemble kulturell ausgedrückter, in einem Gemeinwesen geltender und allgemein kommunizierbarer Werte, die auf die Normen der Verfassung hin ausgerichtet sind“.<sup>36</sup> Führt dies nun notwendig dazu, dass der Kultur einer aufnehmenden Gesellschaft die Definitionsmacht zukommt im Sinne einer „Vereinheitlichung auf die Mehrheitsgesellschaft hin“?<sup>37</sup> Drückt sich also im Begriff der Leitkultur ein Verhältnis von Über- und Unterordnung aus, der Vorrang einer Kultur und die Abwertung der anderen Kultur(en)?

Der Anspruch einer Kultur, Leitkultur zu sein, an der sich andere Kulturen orientieren müssen, und auch der sprachliche Begriff der Leitkultur sind vor allem deshalb problematisch, weil kulturelle Normen – im Gegensatz zum Beispiel zu Rechtsnormen – nicht zwingend verbindlich sind, sondern unterschiedliche Interpretationen und auch Abweichungen zulassen. Nach Stein kann in einem freiheitlichen Verfassungsstaat eine Leitkultur, die als eine spezifische Kulturtradition verstanden wird, nicht normativ verbindlich gemacht werden. Kultur, auch im Sinne von Leitkultur, sollte deshalb nicht als vorgegebene und übergeordnete Nationalkultur mit Ausschließlichkeitsanspruch verstanden werden, sondern als Kultur der Bürger eines Landes. Dann ist es möglich, dass auf der einen Seite die kulturellen Verschiedenheiten respektiert und anerkannt werden und gelebt werden können, dass es zugleich aber auch ein gemeinsames Zugehörigkeitsbewusstsein zu einer

<sup>30</sup> Stein (2008: 35).

<sup>31</sup> Vgl. Stein (2008: 35).

<sup>32</sup> Stein (2008: 34).

<sup>33</sup> Zitiert nach Stein (2008: 41).

<sup>34</sup> Vgl. Stein (2008: 41).

<sup>35</sup> Zitiert nach Stein (2008: 41).

<sup>36</sup> Zitiert nach Stein (2008: 41).

<sup>37</sup> Zitiert nach Stein (2008: 41).

gemeinsamen gesellschaftlichen Kultur gibt, die „die staatlich-politische Gemeinschaft trägt“.<sup>38</sup> Auch die Migrantinnen und Migranten könnten so in eine staatsbürgerliche Solidarität einbezogen werden – vielleicht sogar unabhängig von ihrer Einbürgerung und Staatsbürgerschaft.<sup>39</sup>

Dieser Ansatz geht davon aus, dass innerhalb einer Gesellschaft sehr verschiedene Lebensweisen existieren, die auch in Wechselbeziehungen zueinander stehen. Deshalb sollte für alle Bürger, das heißt auch für die Migrantinnen und Migranten, kulturelle Freiheit unabhängig von der jeweiligen ethnischen Herkunft, Religion oder Weltanschauung bestehen. Jeder hat mehrere kulturelle Identitäten und Zugehörigkeiten, über deren Prioritäten sie beziehungsweise er selbst entscheiden können muss. In diesem Ansatz werden kulturelle Zugehörigkeit und kulturelle Identität neu gedacht, indem sie auf die Offenheit und Vielfalt der Lebensweisen in modernen Gesellschaften bezogen werden. Wenn Menschen nicht mehr auf eine bestimmte kulturelle und ethnische Zugehörigkeit und Identität im Sinne einer Zuschreibung festgelegt werden, kann man von kultureller Freiheit sprechen; sie betrifft Migrantinnen und Migranten sowie Japaner beziehungsweise Deutsche in gleicher Weise – beide werden zuerst als Individuen und Bürgerinnen und Bürger einer Zivilgesellschaft gesehen.

### **Transformierung des Integrationsparadigmas: Auf dem Weg zur transkulturellen Partizipationsgesellschaft**

Die bisherige Integrationspolitik, die „nationale gesellschaftliche Kohäsion und Zusammenhalt“<sup>40</sup> anstrebt, könnte allerdings in der kulturellen Freiheit und Vielfalt die Gefahr einer gesellschaftlichen Desintegration und Segregation sehen. Das Integrationsparadigma, das bisher die Migrationswissenschaft und -politik bestimmt hat, sollte deshalb heute in einer Welt der zunehmenden Globalisierung transformiert werden. Partizipationsgesellschaftliche und politische Bürgerrechte, die bisher an eine Staatsbürgerschaft gebunden waren, sollten davon abgekoppelt werden und als globale soziale Rechte im Sinne der Menschenrechte verstanden werden. In der japanischen Verfassung werden allerdings die Menschenrechte ausdrücklich nur den Menschen japanischer Staatsangehörigkeit garantiert, weil in dieser Verfassung das Subjekt der Menschenrechte immer als „alle Staatsbürger“ (*subete kokumin wa...*) angesprochen wird. Hier muss neu überdacht werden, dass mit Menschenrechten prinzipiell alle Menschen angesprochen werden; das heißt, ein neuer Bürgerbegriff muss entwickelt werden, der den bisherigen Staatsbürgerbegriff in dem Sinn transzendiert, dass dieser seinen Ausschließlichkeitsanspruch verliert. So wie der moderne Staat auf eine jeweilige spezifische Nationalkultur bezogen ist und in dieser Verbindung den Staatsbürgerbegriff begründet, so ist die (globale) Zivilgesellschaft auf die Transkulturalität<sup>41</sup> bezogen, und kann in diesem Sinn kulturelle Freiheit begründen und ermöglichen. Entsprechend müsste sich dann auch das Integrationsparadigma verändern.

<sup>38</sup> Stein (2008: 51).

<sup>39</sup> Hier müsste natürlich genauer diskutiert werden, ob Einbürgerung und Staatsbürgerschaft notwendige Voraussetzung für die Einbeziehung in eine bürgerliche Solidargemeinschaft und Gemeinwohlorientierung sind.

<sup>40</sup> Hess und Moser (2009: 20).

<sup>41</sup> Das Konzept der Transkulturalität kann man einerseits im Sinne der *Trans*-Dynamik (Transzendieren, Transformieren und so weiter) auf die Kulturalität beziehen; unter Kulturalität wird dann die Verfasstheit einer Kultur verstanden, die auf eine bestimmte Bezugsgröße wie Nation, Ethnie, Religion und so weiter bezogen ist und von diesen bedingt wird. Kultur in diesem Verständnis kann man als eine geschlossene Einheit be-

Das Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ in Japan ist ursprünglich zwar „von unten“ als Bürgerinitiative entstanden. Aber das Konzept der „Koexistenz“ (*kyōsei*) ist ein zu passiver Begriff, der nichts über den tatsächlichen Zustand des Zusammenlebens aussagt; es könnte auch ein reines Dulden ohne Anteilnahme oder ein bloßes Nebeneinander sein. Wenn die japanische Gesellschaft die von ihr immer behauptete Homogenität überwinden und sich dem neuen Zeitalter einer globalen Welt öffnen will, muss stärker eine gemeinsame Gestaltung der Gesellschaft in den Vordergrund gerückt werden. In Japan wurde 1999 das so genannte Partizipationsgesetz (genauer: „Das Gesetz zur Gestaltung einer Gesellschaft, in der Männer und Frauen sich gleichermaßen beteiligen“) verabschiedet. In diesem Gesetz ist zwar die gemeinsame Gestaltung der Gesellschaft durch Männer und Frauen gemeint. Da aber nicht nur die japanischen Staatsbürgerinnen und Staatsbürger angesprochen sind, sondern allgemein „Männer und Frauen“, könnte dieses Gesetz auch für Migrantinnen und Migranten beziehungsweise für die Bevölkerung „mit Migrationshintergrund“ gelten; es würde dann weniger um „Koexistenz“ als vielmehr um gemeinsame „Partizipation“ gehen. In der Tat wird in einigen Regionen in den Planungen und Ausführungsvorschriften zum Partizipationsgesetz das Konzept der „multikulturellen Koexistenz“ beziehungsweise die Integration von Migrantinnen und Migranten mit einbezogen. Im Zusammenhang mit dem Partizipationsgesetz, das ursprünglich eine Konsequenz der Genderpolitik und der praktischen Umsetzung der Genderforschung ist, werden also über die Genderfrage hinaus verschiedene andere Differenzproblematiken wie zum Beispiel die der alten und die der behinderten Menschen, aber eben auch die von Nichtjapanerinnen und Nichtjapanern angesprochen.

Dadurch verliert nicht nur die Genderdifferenz, sondern auch die ethnisch, kulturell und national bestimmte Differenz ihren exklusiven und die Menschen festlegenden Anspruch. Nach dem „Diversity“-Konzept ist die nationale, ethnische und kulturelle Zuordnung nicht mehr der primär die sozialen Prozesse und die individuelle Identifikation bestimmende Faktor, gerade auch im Zusammenhang von Migration und Integration.<sup>42</sup> Andere Faktoren wie Alter, Geschlecht, soziale Schicht und Behinderung sind für die Integrationspolitik in gleicher Weise relevant, und damit verliert die Unterscheidung zwischen Japanern beziehungsweise Deutschen und Migrantinnen und Migranten an Bedeutung. Integrations- wie Desintegrationsprozesse müssen als ein gesamtgesellschaftliches Phänomen verstanden werden und nicht nur als ein „Effekt von Migration“<sup>43</sup> und ein auf Migrantinnen und Migranten bezogenes Problem.

## Fazit

In dem neuen Verständnis der Migrations- und Integrationsproblematik überlagern sich die Perspektiven des „Diversity“-Ansatzes und des „Transkulturalitäts“-Ansatzes. Damit können sowohl das Multikulturalitäts- wie auch das Assimilationsmodell als Leitmodelle für die Migrations- und Integrationspolitik überwunden werden. Gerade an der Migrations-

---

trachten. Andererseits bezeichnet Transkulturalität die eigentliche Verfassung der Kultur als Prozess, in dem sie sich nur in Austauschbeziehungen zu anderen Kulturen herauskristallisieren kann und stets im Wandel begriffen ist. Kultur wird hier als offen und veränderbar verstanden.

<sup>42</sup> Vgl. Scherr (2008: 144 f.); zum „Diversity“-Konzept vgl. Fuchs (2007), Klinger (2003) sowie McDonald (1995).

<sup>43</sup> Scherr (2008: 138).

und Integrationsthematik wird deutlich erkennbar, wie das „Diversity“-Konzept und das „Transkulturalitäts“-Konzept aufeinander bezogen sind; beide Konzepte ermöglichen es der Wissenschaft, die Grundlagen der sich entwickelnden globalen Zivilgesellschaft zu bestimmen.

Anders als das „Transkulturalitäts“-Konzept gibt der Ansatz der ethno-kulturellen „Diversity“ – vor allem in einer normativen und präskriptiven Perspektive – der Verschiedenheit und Heterogenität und der Entwicklung einer jeweils eigenen Identität einen positiven Wert im Sinne des *empowerment* zum Beispiel von ethnisch-kulturellen Gruppen und Minderheiten. Er fordert nicht nur die Überwindung jeder Form von Diskriminierung; in der „Universal Declaration on Cultural Diversity“ der UNESCO von 2001 wird festgestellt, dass kulturelle „Diversity“ „as a source of exchange, innovation and creativity [ . . . ] is as necessary for humankind as biodiversity is for nature“<sup>44</sup>. Der „Diversity“-Diskurs geht nicht nur davon aus, dass die verschiedenen Kulturen und Ethnien als gleichwertig anerkannt werden müssen und dass die verschiedenen Lebenswelten, Lebensstile und soziokulturellen Identitäten, die in der globalisierten Welt nicht mehr voneinander getrennt werden können, sich wechselseitig durchdringen. Im „Diversity“-Diskurs wird darüber hinaus gefordert, dass die Anerkennung der Diversity zu einem neuen Verständnis von Bürgerschaft (*citizenship*), zu neuen Formen der politischen Partizipation und zu unterschiedlichen Arten der Zugehörigkeit in der öffentlichen Sphäre führen muss.<sup>45</sup> Entscheidend ist dabei, wie die Anerkennung von „Diversity“ und der Umgang mit Differenzen neu gedacht und in die gesellschaftliche und politische Praxis umgesetzt wird. In dem gemeinsamen Bezug auf eine sich entwickelnde globale Zivilgesellschaft treffen sich das „Diversity“- und das „Transkulturalitäts“-Konzept, und damit wird es möglich, das „Diversity“-Konzept aus seiner Übereinstimmung mit dem Multikulturalismus zu lösen und auf das „Transkulturalitäts“-Konzept zu beziehen. Transkulturalität ermöglicht es, Differenz und „Diversity“ neu zu denken.

In der neuen Migrations- und Integrationspolitik in Japan und auch in Deutschland zeigen sich in dem erkennbaren Paradigmenwandel die ersten Umriss einer entstehenden globalen Zivilgesellschaft in diesen beiden Ländern. Dabei scheint mir in dem japanischen Partizipationsgesetz von 1999 ein großes Potenzial zu liegen, wenn es nicht nur auf die Genderverhältnisse, sondern auf die Zivilgesellschaft insgesamt bezogen wird. Ein neuer Umgang mit Differenzen sowohl im Genderverhältnis wie auch im Verhältnis zwischen Japanerinnen und Japanern beziehungsweise Deutschen und Migrantinnen und Migranten wird möglich, wenn eine für alle gemeinsame und alle einbeziehende Partizipationsgesellschaft entwickelt wird.

## Literatur

- ANTONI, Klaus (1991). „Tradition und ‚Traditionalismus‘ im modernen Japan: Ein kulturanthropologischer Versuch“, *Japanstudien* 3, 105–128.
- ASAHI SHINBUN (1959). „Taihan, jiyūishi de kyojū. Senjichōyō wa 245 nin“ [Der Großteil ist aus freiem Willen ansässig. Gegenwärtig 245 Zwangsarbeiter in Japan.], *Asahi Shinbun* (13.07.1959), 2.

<sup>44</sup> Dietz (2007: 9).

<sup>45</sup> Vgl. Dietz (2007: 9).

- BEFU, Harumi (1987). *Ideorogî toshite no nihonbunkaron* [Der Diskurs um die japanische Kultur als Ideologie]. Tokio.
- BEFU, Harumi (2001). *Hegemony of Homogeneity: An Anthropological Analysis of Nihonjinron*. Melbourne.
- BUNDESMINISTERIUM DES INNERN (2008). „Zuwanderungsgesetz“. Stand Februar 2008. [http://www.zuwanderung.de/cdn\\_161/nn\\_1068532/DE/Zuwanderung\\_geschieht\\_jetzt/Zuwanderungsgesetz/Zuwanderungsgesetz\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.zuwanderung.de/cdn_161/nn_1068532/DE/Zuwanderung_geschieht_jetzt/Zuwanderungsgesetz/Zuwanderungsgesetz__node.html?__nnn=true) (23.10.2009).
- DALE, Peter (1990). *The Myth of Japanese Uniqueness*. London.
- DIETZ, Gunther (2007). „Keyword: Cultural Diversity. A Guide Through the Debate“, *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 1, 7–30.
- FUCHS, Martin (2007). „Diversity und Differenz – Konzeptionelle Überlegungen“, in: Gertraude KRELL *et al.* (Hrsg.). *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze*. Frankfurt am Main und New York, 17–34.
- HAGE, Ghassan (2009). „Der unregierbare Muslim. Jenseits der Bipolarität von Multikultur und Assimilation“, in: Sabine HESS *et al.* (Hrsg.). *No Integration?! Kulturwissenschaftliche Beiträge zur Integrationsdebatte in Europa*. Bielefeld, 73–90.
- HESS, Sabine und Johannes MOSER (2009). „Jenseits der Integration. Kulturwissenschaftliche Betrachtungen einer Debatte“, in: Sabine HESS *et al.* (2009). *No Integration?! Kulturwissenschaftliche Beiträge zur Integrationsdebatte in Europa*. Bielefeld, 11–26.
- IWATA-WEICKGENANNT, Kristina (2008). *Alles nur Theater? Gender und Ethnizität bei der japan-koreanischen Autorin Yû Miri*. München.
- KATÔ, Chikako (2008). „Joron: ‚tabunka kyôsei‘ e no dôtei to shinjijûshugi no jidai“ [Vorwort: Der Weg zur „multikulturellen Koexistenz“ und das Zeitalter des Neoliberalismus], in: PARK, Jong-seok *et al.* (Hrsg.). *Nihon ni okeru tabunka kyôsei to wa nani ka: ‚Zainichi‘ no keiken kara* [Was ist kulturelle Koexistenz in Japan: Aus der Erfahrung eines „Zainichi“]. Tokio, 11–31.
- KEIZAI ZAISEI SHIMON KAIGI [Council on Economic and Fiscal Policy] (2006). „Gurôbaru senryaku“ [Strategien zur Globalisierung]. <http://www.keizai-shimon.go.jp/minutes/2006/0518/item10.pdf> (23.10.2009).
- KLINGER, Cornelia (2003). „Ungleichheit in den Verhältnissen von Klasse, Rasse und Geschlecht“, in: Gudrun-Axeli KNAPP und Angelika WETTERER (Hrsg.). *Achsen der Differenz. Gesellschaftstheorie und feministische Kritik II*. Münster, 14–48.
- MCDONALD, Gaynor (1995). „The Politics of Diversity in the Nation-State“, in: Gaynor MCDONALD und John MAHER (Hrsg.). *Diversity in Japanese Culture and Language*. London und New York, 291–315.
- NYÛKOKU KANRIKYOKU [Immigrationsbehörde] (2009). „Heisei 20 nenmatsu genzai ni okeru gaikokujin-tôrokusha tôkei ni tsuite“ [Betreffend die Statistik der gemeldeten Ausländer zum Jahresende 2008]. <http://www.moj.go.jp/PRESS/090710-1/090710-3.pdf> (23.10.2009).
- OECD.STAT EXTRACTS (2007). „International Migration Database. Demography and Population: Migration Statistics“. <http://stats.oecd.org/index.aspx> (22.10.2009).
- PARK, Jong-seok *et al.* (2008). *Nihon ni okeru tabunka kyôsei to wa nani ka: ‚Zainichi‘ no keiken kara* [Was ist kulturelle Koexistenz in Japan: Aus der Erfahrung eines „Zainichi“]. Tokio.
- RADTKE, Frank-Olaf (2009). „Nationale Multikulturalismen. Bezugsprobleme und Effekte“, in: Sabine HESS *et al.* (Hrsg.). *No Integration?! Kulturwissenschaftliche Beiträge zur Integrationsdebatte in Europa*. Bielefeld, 37–50.
- RYANG, Sonia (2000). „Introduction: resident Koreans in Japan“, in: Sonia RYANG (Hrsg.). *Koreans in Japan. Critical Voices from the Margin*. New York, 1–12.
- SCHERR, Albert (2008). „Integration: Prämissen und Implikationen eines migrationspolitischen Leitbegriffs“, *Neue Praxis* 38(2), 135–146.

- SÔMUSHÔ [Ministry of Internal Affairs and Communications] (2006). „Tabunka kyôsei suishin puroguramu‘ no teigen“ [Entwurf eines „Förderprogramms zur multikulturellen Koexistenz“]. [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2006/060307\\_2.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2006/060307_2.html) (22.10.2009).
- SÔMUSHÔ [Ministry of Internal Affairs and Communications] (2009). „Statistical Handbook of Japan“. [http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/c02cont.htm#cha2\\_3](http://www.stat.go.jp/english/data/handbook/c02cont.htm#cha2_3) (22.10.2009).
- STEIN, Tine (2008). „Gibt es eine multikulturelle Leitkultur als Verfassungspatriotismus? Zur Integrationsdebatte in Deutschland“, *Leviathan* 36(1), 33–53.
- TABUNKA KYÔSEI NO SUISHIN NI KANSURU KENKYÛKAI [Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“] (2006). „Tabunka kyôsei no suishin ni kansuru kenkyûkai hôkokusho“ [Bericht der Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“]. [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2006/pdf/060307\\_2\\_bs1.pdf](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2006/pdf/060307_2_bs1.pdf) (23.10.2009).
- TABUNKA KYÔSEI NO SUISHIN NI KANSURU KENKYÛKAI [Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“] (2007). „Tabunka kyôsei no suishin ni kansuru kenkyûkai hôkokusho 2007“ [Bericht der Arbeitsgruppe zur Förderung der „multikulturellen Koexistenz“ von 2007]. [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/2007/pdf/070328\\_3\\_bt1.pdf](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/2007/pdf/070328_3_bt1.pdf) (23.10.2009).
- TAYLOR, Charles (1992). *Multiculturalism and „the Politics of Recognition“*. Princeton.
- YAMAWAKI, Keizô (2006). „Integrationspolitik in Japan: Aktuelle Themen und Tendenzen“, in: JAPANISCH-DEUTSCHES ZENTRUM BERLIN (Hrsg.). *Homogenität versus Multikulturalismus: Immigration in Deutschland und Japan*. Symposium am 23. November 2006. Berlin, 60–72.



# **Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät**



# Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Guido Förster  
Dekan  
(bis 30. September 2009)  
Prodekan  
(seit 1. Oktober 2009)



Univ.-Prof. Dr. Bernd Günter  
Prodekan  
(bis 30. September 2009)  
Dekan  
(seit 1. Oktober 2009)



# Neu berufene Professorinnen und Professoren

## Univ.-Prof. Dr. Justus Haucap

Professor Dr. Justus Haucap, geboren 1969 in Quakenbrück, ist seit August 2009 Inhaber des Lehrstuhls für Wettbewerbstheorie und -politik und Direktor des Düsseldorf Institute for Competition Economics (DICE) an der Heinrich-Heine-Universität.

Justus Haucap studierte Volkswirtschaftslehre an der Universität des Saarlandes und der University of Michigan, USA. Nach der Promotion an der Universität des Saarlandes (Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Rudolf Richter) und einem Aufenthalt als Gastforscher an der University of California (Berkeley), USA, war Haucap zwei Jahre außerhalb der Wissenschaft als Senior Analyst für die New Zealand Treasury in Wellington, Neuseeland, tätig. Es folgten vier Jahre als wissenschaftlicher Assistent am Institut für Wirtschaftspolitik an der Universität der Bundeswehr in Hamburg, wo sich Haucap 2003 habilitierte (Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Jörn Kruse).



Vor seinem Ruf an die Heinrich-Heine-Universität hatte Haucap Lehrstühle an der Ruhr-Universität Bochum (2003 bis 2007) und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (2007 bis 2009) inne. Seit Juli 2006 ist Haucap zudem Mitglied der Monopolkommission, die die Bundesregierung in Fragen der Wettbewerbspolitik und der Marktregulierung berät, seit Juli 2008 ist er auch Vorsitzender der Monopolkommission.

Darüber hinaus ist Haucap Forschungsprofessor am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin, Mitglied in den wissenschaftlichen Beiräten des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung (RWI) Essen, des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), der Zentralbibliothek für Wirtschaftswissenschaften (ZBW) in Kiel sowie im Direktorium des Instituts für Berg- und Energierecht der Ruhr-Universität Bochum und in den Herausgeberbeiräten der Fachzeitschriften *Applied Economics Quarterly*, *Telecommunications Policy* und *MedienWirtschaft* tätig.

In seiner Forschung konzentriert sich Justus Haucap auf wettbewerbs- und regulierungsökonomische Fragestellungen, wobei insbesondere die Wettbewerbsprobleme in regulierten Branchen (Telekommunikation, Strom, Gas, Medien, Gesundheitsmärkte und so weiter) im Vordergrund der Analysen stehen. Leitfrage der Forschung ist auf all diesen Märkten, wie Institutionen und ordnungspolitische Rahmenbedingungen auszugestalten sind, damit Wettbewerbsprozesse zu gesellschaftlich erwünschten und effizienten Ergebnissen führen.



# **GUIDO FÖRSTER (Dekan) und DIRK SCHMIDTMANN**

## **Auswirkungen des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes auf die steuerliche Gewinnermittlung**

### **Einleitung**

Am 29. Mai 2009 ist das Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz (BilMoG)<sup>1</sup> mit dem Ziel in Kraft getreten, die Rechnungslegungsregeln des Handelsgesetzbuchs (HGB) zu einer dauerhaften und im Verhältnis zu den International Financial Reporting Standards (IFRS) gleichwertigen, aber kostengünstigeren und einfacheren Alternative fortzuentwickeln. Gleichzeitig sollen die Unternehmen von unnötigen Kosten entlastet werden. An den Eckpunkten des bewährten HGB-Bilanzrechts und dem bisherigen System der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung (GoB) will das Gesetz festhalten. Der handelsrechtliche Jahresabschluss bleibt Grundlage der Ausschüttungsbemessung und für die steuerliche Gewinnermittlung maßgeblich.<sup>2</sup>

Der Beitrag behandelt die Auswirkungen des BilMoG auf die steuerliche Gewinnermittlung. Diese sind wegen des Maßgeblichkeitsgrundsatzes in hohem Maße von den Änderungen des handelsrechtlichen Einzelabschlusses abhängig.<sup>3</sup> Nicht betrachtet werden Änderungen, die sich durch das BilMoG in anderen Bereichen ergeben, sowie rein handelsrechtliche Modifikationen, die sich auf den Eigenkapitalquotenvergleich gemäß § 4h Abs. 2 Satz 1 Buchst. c) Einkommensteuergesetz (EStG) auswirken können<sup>4</sup> und daher mittelbare steuerliche Bedeutung haben. Der Gesetzesbegründung zufolge ist das Gesetz auf Steuer- und Aufkommensneutralität angelegt.<sup>5</sup>

### **Befreiung kleiner Einzelkaufleute von der handelsrechtlichen Buchführungs- und Bilanzierungspflicht**

Gemäß §§ 241a und 242 Abs. 4 HGB n.F. sind Einzelkaufleute, die an zwei aufeinanderfolgenden Abschlussstichtagen nicht mehr als 500.000 € Umsatzerlöse und 50.000 € Jahresüberschuss aufweisen, von der handelsrechtlichen Verpflichtung befreit, Bücher zu führen und regelmäßig Inventare sowie Jahresabschlüsse zu erstellen.<sup>6</sup> Im Falle der Neugründung ist allein der erste Abschlussstichtag nach der Neugründung maßgebend. Die Neuregelung gilt erstmals für Geschäftsjahre, die nach dem 31. Dezember 2007 beginnen, Art. 66 Abs. 1 Einführungsgesetz zum Handelsgesetzbuch (EGHGB).

---

<sup>1</sup> BGBl. I 2009, 1102.

<sup>2</sup> BT-Drs. 16/10067, 1, 32; Ernst und Seidler (2009: 766).

<sup>3</sup> Vgl. Herzig (2008a: 1).

<sup>4</sup> Vgl. hierzu Herzig und Briesemeister (2009d: 167).

<sup>5</sup> BT-Drs. 16/10067, 41; BT-Drs. 16/8020, 2.

<sup>6</sup> Kritisch im Hinblick auf die erhöhte Insolvenzgefahr IDW (2008: 10); Theile (2007: 1323); Schulze-Osterloh (2008: 71); Förster, in: Baetge und Kirsch (2008: 157).

Die Befreiung wird vom Gesetzgeber als Deregulierungsmaßnahme angesehen und soll bei den Unternehmen zu einer Kostenersparnis von circa einer Milliarde € führen,<sup>7</sup> ohne dass allerdings die Schätzgrundlagen angegeben werden. Ob damit die Kostenfolgen erschöpfend erfasst sind, ist zweifelhaft, denn die mit der Buchführungs- und Bilanzierungspflicht erzwungene Selbstinformation des Kaufmanns verringert nach gesicherter wirtschaftswissenschaftlicher Erkenntnis die Insolvenzgefahr.<sup>8</sup> Eine Lockerung dieser Pflicht erhöht die Insolvenzanfälligkeit von Einzelunternehmen und die damit verbundenen Kosten.<sup>9</sup>

Andere Rechtsformen als Einzelkaufleute fallen nicht unter die Befreiung. Für Kapitalgesellschaften und Kapitalgesellschaften & Co. im Sinne von § 264a HGB ist dies aufgrund der zwingenden Vorgaben der EU-Bilanzrichtlinie ausgeschlossen.<sup>10</sup> Im Hinblick auf Personenhandelsgesellschaften hat der Gesetzgeber auf die Kritik am ursprünglichen Referentenentwurf reagiert, die darauf hingewiesen hatte, dass der Jahresabschluss hier auch der Rechenschaftslegung gegenüber nicht geschäftsführenden Gesellschaftern, der Gewinnermittlung als Grundlage der Gewinnverteilung und – bei Kommanditgesellschaften – der Kapitalkontenermittlung als Grundlage für ein eventuelles Wiederaufleben der Haftung von Kommanditisten durch Entnahmen diene und eine Befreiung von der Abschlusspflicht daher andere kostenintensive Informationsinstrumente notwendig mache.<sup>11</sup> Insoweit und auch im Hinblick auf Genossenschaften soll daher zunächst die weitere wissenschaftliche Diskussion abgewartet werden.<sup>12</sup>

Soweit von der Befreiung Gebrauch gemacht wird, ist der steuerliche Gewinn nach § 4 Abs. 1 EStG oder nach § 4 Abs. 3 EStG zu ermitteln.<sup>13</sup> Es sollte aber nicht übersehen werden, dass auch die Betriebseinnahmen-Betriebsausgaben-Rechnung gemäß § 4 Abs. 3 EStG die gesonderte Aufzeichnung der Entnahmen und Einlagen, der nicht abnutzbaren Vermögensgegenstände des Anlage- und des Umlaufvermögens sowie der abnutzbaren Anlagegegenstände und eine Aufgliederung der wesentlichen Einzahlungs- und Auszahlungspositionen erfordert. Notwendig ist darüber hinaus die Aufzeichnung des Warenein- und -ausgangs gemäß §§ 143, 144 AO. Ob sich durch den Wechsel der Gewinnermittlungsmethode für den Steuerpflichtigen temporäre Mehr- oder Minderbelastungen ergeben, ist vom Einzelfall abhängig.

<sup>7</sup> BT-Drs. 16/10067, 41, 115; Ernst (2008: 115); Köhler (2008: 268 f.). Kritisch Kussmaul und Meyering (2008: 1446 f.); Theile (2009: 25).

<sup>8</sup> Zur empirischen Bedeutung von Mängeln im Rechnungswesen als Insolvenzursache vgl. EulerHermes KreditversicherungAG/Zentrum für Insolvenz und Sanierung an der Universität Mannheim e.V., Ursachen, 20 f. Dieser empirische Befund spricht gegen die Annahme, dass Kaufleute aus eigenem Interesse ein geeignetes Informationsinstrument zur Selbstinformation einsetzen. Vgl. auch bereits Savary (1968: Erster Teil, 359); Schmalenbach (1907/08: 284, 294); Hauschildt *et al.* (2006: 19).

<sup>9</sup> Vgl. auch IDW (2008: 10); Schulze-Osterloh (2008: 71); Theile (7.12.2007: Fach 2, 1323).

<sup>10</sup> Vgl. Vierte Richtlinie 78/660/EWG des Rates vom 25. Juli 1978 aufgrund von Artikel 54 Abs. 3 Buchstabe g des Vertrages über den Jahresabschluss von Gesellschaften, ABLEG 1978, Nr. L 222, 11; Herzig (2008a: 2); Günkel (2008: 127).

<sup>11</sup> Vgl. §§ 120, 161 Abs. 2, 167 HGB; IDW (2008: 9, 10); Schulze-Osterloh (2008: 71 f.); Günkel (2008: 127); Arbeitskreis Bilanzrecht der Hochschullehrer Rechtswissenschaft (2008c: 155); Förster, in: Baetge und Kirsch (2008: 157); Kersting (2008: 792–796).

<sup>12</sup> BT-Drs. 16/10067, 47.

<sup>13</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 46; Herzig (2008b: 1341).



Der Wegfall der handelsrechtlichen Buchführungs- und Bilanzierungspflicht wird nicht durch die Verpflichtung zur Buchführung und Bilanzierung gemäß § 141 AO konterkariert, da die Schwellenwerte beider Vorschriften seit dem 1. Januar 2008 weitgehend übereinstimmen.<sup>14</sup> Auch die Größenkriterien für die Möglichkeit, die Umsatzsteuer nach vereinnahmten Entgelten zu berechnen, werden durch das Bürgerentlastungsgesetz Krankenversicherung ab 2009 bundesweit an die Schwellenwerte angepasst.

Den betroffenen Kaufleuten bleibt es unbenommen, freiwillig den handelsrechtlichen Vorschriften entsprechende Bücher zu führen und regelmäßig Abschlüsse zu machen oder ihre Rechnungslegung individuell auszugestalten.<sup>15</sup> Im ersten Fall wäre der steuerliche Gewinn wie bisher durch einen Betriebsvermögensvergleich gemäß § 5 Abs. 1 EStG zu ermitteln.

## **Maßgeblichkeitsgrundsatz, steuerlicher Wahlrechtsvorbehalt und steuerlicher Bewertungsvorbehalt**

### **Streichung der umgekehrten Maßgeblichkeit und Neuformulierung des § 5 Abs. 1 EStG**

Bei Gewerbetreibenden, die aufgrund handelsrechtlicher Vorschriften verpflichtet sind, Bücher zu führen und regelmäßig Abschlüsse zu machen, oder die dies freiwillig tun, bildet der Jahresabschluss gemäß § 5 Abs. 1 EStG die Grundlage für die steuerrechtliche Gewinnermittlung (Grundsatz der Maßgeblichkeit der Handelsbilanz für die Steuerbilanz). Der Maßgeblichkeitsgrundsatz dient der Vereinfachung und soll darüber hinaus sicherstellen, dass der Fiskus als Teilhaber am Unternehmenserfolg ebenso behandelt wird wie die Eigner.<sup>16</sup>

Am Maßgeblichkeitsgrundsatz wird auch nach Inkrafttreten des BilMoG festgehalten.<sup>17</sup> Allerdings ändert sich die Reichweite der Verknüpfung von Handels- und Steuerbilanz.

Bis zum Inkrafttreten des BilMoG bestimmte § 5 Abs. 1 EStG a. F.:

<sup>1</sup>Bei Gewerbetreibenden, die auf Grund gesetzlicher Vorschriften verpflichtet sind, Bücher zu führen und regelmäßig Abschlüsse zu machen, oder die ohne eine solche Verpflichtung Bücher führen und regelmäßig Abschlüsse machen, ist für den Schluss des Wirtschaftsjahres das Betriebsvermögen anzusetzen (§ 4 Abs. 1 Satz 1), das nach den handelsrechtlichen Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung auszuweisen ist.

<sup>2</sup>Steuerrechtliche Wahlrechte bei der Gewinnermittlung sind in Übereinstimmung mit der handelsrechtlichen Jahresbilanz auszuüben.

Zu unterscheiden war daher vorbehaltlich des steuerlichen Bewertungsvorbehalts in § 5 Abs. 6 EStG zwischen der materiellen Maßgeblichkeit, der formellen Maßgeblichkeit und der umgekehrten Maßgeblichkeit.<sup>18</sup>

<sup>14</sup> Vgl. zu Unterschieden Dörfler und Adrian (2008: 48); Herzig und Briesemeister (2009b: 927); Theile (2009: 23).

<sup>15</sup> BT-Drs. 16/12407, 109.

<sup>16</sup> Vgl. Stobbe, in: Herrmann/Heuer/Raupach (Hrsg.), EStG, KStG, 21. Aufl., § 5 EStG, Rn. 80, 81 (Aug. 2003); Kempermann, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff (Hrsg.), EStG, 1986, § 5 EStG, Rn. B 134 (März 1996), jeweils mit weiteren Nachweisen; Döllerer (1971: 1334). Kritisch Schneider (2008: 284–286); Bareis (2008: 34–37).

<sup>17</sup> BT-Drs. 16/10067, 1, 32; Ernst und Seidler (2009: 766).

<sup>18</sup> Vgl. Kempermann, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff, § 5 EStG Rn. B 110–155 (März 1996).

- Gemäß § 5 Abs. 1 Satz 1 EStG a. F. war in der Steuerbilanz das Vermögen anzusetzen, das nach den handelsrechtlichen GoB auszuweisen war (materielle Maßgeblichkeit).
- Wahlrechte in der Steuerbilanz waren gemäß § 5 Abs. 1 Satz 2 EStG a. F. in Übereinstimmung mit der Handelsbilanz auszuüben (formelle Maßgeblichkeit).
- Um der Gefahr zu begegnen, dass die Unternehmen angesichts des Grundsatzes der Maßgeblichkeit der Handelsbilanz gehindert sein könnten, nicht GoB-konforme steuerliche Wahlrechte auszunutzen, enthielt das Handelsrecht entsprechende Öffnungsklauseln in den §§ 247 Abs. 3, 254, 273, 279 Abs. 2, 280 Abs. 2, 281 HGB, die faktisch eine so genannte umgekehrte Maßgeblichkeit begründeten.<sup>19</sup>

Durch das BilMoG sind die handelsbilanziellen Öffnungsklauseln für nicht GoB-konforme steuerliche Bilanzierungs- und Bewertungswahlrechte mit dem Ziel der Vereinfachung des Jahresabschlusses und der Verbesserung seines Informationsniveaus gestrichen worden.<sup>20</sup> GoB-widrige steuerliche Subventionsnormen in Form von steuerfreien Rücklagen, Sonderabschreibungen, erhöhten Abschreibungen oder Bewertungsabschlägen finden daher keinen Eingang mehr in die Handelsbilanz. Diese Aufgabe der umgekehrten Maßgeblichkeit wurde im Schrifttum bereits seit langem gefordert.<sup>21</sup>

Um sicherzustellen, dass subventionelle steuerliche Wahlrechte dennoch weiterhin in der steuerlichen Gewinnermittlung ausgeübt werden können, ist die Vorschrift des § 5 Abs. 1 EStG geändert worden.<sup>22</sup> Sie lautet nun:

<sup>1</sup>Bei Gewerbetreibenden, die auf Grund gesetzlicher Vorschriften verpflichtet sind, Bücher zu führen und regelmäßig Abschlüsse zu machen, oder die ohne eine solche Verpflichtung Bücher führen und regelmäßig Abschlüsse machen, ist für den Schluss des Wirtschaftsjahres das Betriebsvermögen anzusetzen (§ 4 Abs. 1 S. 1), das nach den handelsrechtlichen Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung auszuweisen ist, es sei denn, im Rahmen der Ausübung eines steuerlichen Wahlrechts wird oder wurde ein anderer Ansatz gewählt.

<sup>2</sup>Voraussetzung für die Ausübung steuerlicher Wahlrechte ist, dass die Wirtschaftsgüter, die nicht mit dem handelsrechtlich maßgeblichen Wert in der steuerlichen Gewinnermittlung ausgewiesen werden, in besondere, laufend zu führende Verzeichnisse aufgenommen werden.

<sup>3</sup>In den Verzeichnissen sind der Tag der Anschaffung oder Herstellung, die Anschaffungs- oder Herstellungskosten, die Vorschrift des ausgeübten Wahlrechts und die vorgenommenen Abschreibungen nachzuweisen.

Festgehalten wird an der Maßgeblichkeit in § 5 Abs. 1 S. 1 EStG, die jedoch durch einen neuen *steuerlichen Wahlrechtsvorbehalt* eingeschränkt wird. Der bisherige Satz 2, der die Ausübung steuerlicher Wahlrechte von der Handelsbilanz abhängig machte, wurde gestrichen. Handels- und Steuerbilanz werden deshalb in Zukunft stärker als bisher auseinanderfallen.<sup>23</sup> Die Sätze 2 und 3 der neugefassten Vorschrift enthalten die für die

<sup>19</sup> Vgl. BT-Drs. 10/317, 90; 10/4268, 101, in Verbindung mit BT-Drs. IV/3296, 31; 16/10067, 59. Vgl. auch Stobbe, in: Herrmann/Heuer/Raupach, § 5 EStG Rn. 63 (Aug. 2003); Kempermann, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff, § 5 EStG Rn. B 140 (März 1996); Förster/Brinkmann, in: Baetge/Kirsch/Thiele, Bilanzrecht, § 254 HGB Rn. 2 (Juni 2005).

<sup>20</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 34, 35, 49, 59; IDW (2008: 11); Günkler (2008: 127). Aufgehoben wurde auch § 285 S. 1 Nr. 5 HGB.

<sup>21</sup> Vgl. nur Dziadkowski (1989: 438 f.); Schildbach (1989: 133–137); Knobbe-Keuk (<sup>9</sup>1993: 29–33); Herzig, in: Küting und Weber (<sup>5</sup>2006: Kap. 3, Rn. 81 ff.); Küting (1997: 86); Arbeitskreis Bilanzrecht der Hochschullehrer Rechtswissenschaft (2008a: 1057).

<sup>22</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10667, 99.

<sup>23</sup> Vgl. Fülbier und Gassen (2007: 2607); Herzig und Briesemeister (2009a: 1).

Inanspruchnahme des steuerlichen Wahlrechtsvorbehalts erforderlichen Dokumentationsvorschriften.

Die Neuregelung wirft insbesondere die Frage nach der Reichweite der verbliebenen Maßgeblichkeit und des neu geschaffenen steuerlichen Wahlrechtsvorbehalts auf. Da sie mangels eigenständiger Anwendungsregelung bereits am 29. Mai 2009 in Kraft getreten ist (Art. 15 BilMoG), besteht insoweit dringender Klärungsbedarf.

### **Reichweite der Maßgeblichkeit (§ 5 Abs. 1 S. 1 Halbs. 1 EStG n. F.)**

Unstrittig ist, dass sich die Maßgeblichkeit der Handelsbilanz für die Steuerbilanz vorbehaltlich steuerlicher Sondervorschriften auf Bilanzierungsgebote und -verbote erstreckt. Handelsrechtliche *Aktivierungs-* und *Passivierungsgebote* sowie handelsrechtliche *Aktivierungs-* und *Passivierungsverbote* sind regelmäßig Ausdruck der GoB und begründen deshalb über den Maßgeblichkeitsgrundsatz entsprechende Ansatzgebote und -verbote auch in der Steuerbilanz, soweit steuerlich nichts Abweichendes bestimmt ist.<sup>24</sup> Zwar ist zweifelhaft, ob auch das in § 249 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 HGB statuierte Passivierungsgebot für bestimmte Aufwandsrückstellungen den GoB entspricht<sup>25</sup> und damit in die Steuerbilanz hineinwirkt. Für eine Ausstrahlung spricht jedoch das Ziel des Passivierungsgebots, die steuerliche Anerkennung der betreffenden Rückstellungen abweichend von der vorangegangenen BFH-Rechtsprechung zu sichern,<sup>26</sup> und der Vereinfachungszweck des Maßgeblichkeitsprinzips.

Handelsrechtliche *Bilanzierungswahlrechte* sind dagegen kein Ausdruck der GoB und gelten deshalb in der Steuerbilanz nicht, soweit das Steuerrecht nicht ausdrücklich ein Wahlrecht einräumt.<sup>27</sup> Vorbehaltlich steuerlicher Sondervorschriften<sup>28</sup> führen handelsrechtliche Aktivierungswahlrechte wie bisher zu einer steuerlichen Aktivierungspflicht und handelsrechtliche Passivierungswahlrechte zu einem steuerlichen Passivierungsverbot.<sup>29</sup> Bedeutung behält dieser Grundsatz für das Disagio: Dem handelsrechtlichen Aktivierungswahlrecht in § 250 Abs. 3 S. 1 HGB entspricht ein steuerliches Aktivierungsgebot.

Unklar ist, ob die in § 5 Abs. 1 S. 1 EStG verbliebene Maßgeblichkeit auch für die *Bewertung* gilt. Insoweit lebt der vor Inkrafttreten des § 5 Abs. 1 S. 2 EStG a. F.<sup>30</sup> geführte Streit über die Reichweite der Maßgeblichkeit wieder auf.<sup>31</sup>

Der Gesetzeswortlaut ist mehrdeutig: Einerseits schreibt § 5 Abs. 1 S. 1 EStG vor, welches Betriebsvermögen „anzusetzen“ ist, und legt damit eine Begrenzung der Reichweite

<sup>24</sup> Z. B. §§ 5 Abs. 2a–5, 6a, 6b EStG; vgl. Schreiber, in: Blümich (Hrsg.), EStG, KStG, GewStG, 1998, § 5 EStG, Rn. 184 (April 2007); Knobbe-Keuk (<sup>9</sup>1993: 21); Weber-Grellet, in: Schmidt (Hrsg.), EStG, 28. Aufl. 2009, § 5 EStG, Rn. 30; Herzig (2008a: 4).

<sup>25</sup> Vgl. Hommel, in: Baetge/Kirsch/Thiele (Hrsg.), Bilanzrecht, 2002, § 249 HGB, Rn. 154, 162 (Sept. 2002).

<sup>26</sup> Vgl. BT-Drs. 10/317 zu § 250 HGB-E. Vgl. auch BFH, 23.11.1983 – I R 216/78, BStBl. II 1984, 277, BB 1984, 252; 8.11.2000 – I R 6/96, BStBl. II 2001, 570, BB 2001, 566 mit BB-Komm. Moxter (2001: 569).

<sup>27</sup> Vgl. Moxter (1997: 195); Schreiber, in: Blümich (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. 185 (April 2007); Kempermann, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. B 119 (März 1996); Weber-Grellet, in: Schmidt (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. 31; Schiffers, in: Korn (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. 102 (Feb. 2009).

<sup>28</sup> Z. B. § 5 Abs. 2 EStG.

<sup>29</sup> Vgl. BFH, 3.2.1969 – GrS 2/68, BStBl. II 1969, 291; Herzig (2008a: 4).

<sup>30</sup> In der Fassung des Wohnungsbauförderungsgesetzes, BGBl. I 1989, 2408, BStBl. I 1989, 505.

<sup>31</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 120; Herzig (2008b: 1340). Zum damaligen Meinungsstand vgl. Schmidt, in: Schmidt (Hrsg.), EStG, 8. Aufl., 1989, § 5 EStG, Anm. 9 c; Wassermeyer (1991: 31–39), jeweils mit weiteren Nachweisen.

der Maßgeblichkeit auf Fragen des Bilanzansatzes nahe. Andererseits betrifft der im selben Satz eingefügte steuerliche Wahlrechtsvorbehalt ausdrücklich auch Bewertungsfragen, wie Satz 2 deutlich macht („Wert“).

Für eine Ausstrahlung des Maßgeblichkeitsgrundsatzes in den Bereich der Bewertung spricht jedoch dessen Zweck. Die angestrebte Vereinfachung und die gleichberechtigte Beteiligung des Fiskus am Unternehmenserfolg wären in Frage gestellt, wenn die Maßgeblichkeit auf Ansatzfragen beschränkt wäre. Auch wären in diesem Fall der neue steuerliche Wahlrechtsvorbehalt in § 5 Abs. 1 S. 1 EStG in weiten Bereichen und der Bewertungsvorbehalt in § 5 Abs. 6 EStG vollkommen überflüssig. Schließlich ist zu berücksichtigen, dass wichtige GoB, wie zum Beispiel das Imparitätsprinzip, nicht nur Bilanzansatzfragen betreffen, sondern auch Bewertungsfragen. Insgesamt ist deshalb davon auszugehen, dass die Maßgeblichkeit der handelsrechtlichen GoB sich auch auf die Bewertung erstreckt.<sup>32</sup> Dies entspricht auch der herrschenden Meinung vor Einführung der nunmehr gestrichenen Regelung in § 5 Abs. 1 S. 2 EStG a. F.<sup>33</sup> GoB-konforme handelsrechtliche Bewertungen sind somit – vorbehaltlich steuerlicher Sonderregelungen – in die Steuerbilanz zu übernehmen. Gleiches gilt im Hinblick auf GoB-konform ausgeübte *Ermessensspielräume* und *tatsächliche Einschätzungen*.<sup>34</sup>

### **Steuerlicher Wahlrechtsvorbehalt (§ 5 Abs. 1 S. 1 Halbs. 2 EStG n. F.)**

Nach dem Gesetzeswortlaut erfasst der steuerliche Wahlrechtsvorbehalt nur *nicht GoB-konforme* steuerliche Bilanzierungs- und Bewertungswahlrechte. So ist in der steuerlichen Gewinnermittlung das Betriebsvermögen nach den handelsrechtlichen GoB anzusetzen, es sei denn, im Rahmen eines steuerlichen Wahlrechts wird oder wurde ein „anderer“ – also nicht GoB-konformer – Ansatz gewählt. Gestützt wird dieses Ergebnis durch die Gesetzesbegründung, wonach der Vorbehalt die Ausübung von steuerlichen Wahlrechten betrifft, die von den handelsrechtlichen Bilanzierungsvorschriften abweichen.<sup>35</sup> Der steuerliche Wahlrechtsvorbehalt gestattet es somit nicht, GoB-konforme Wahlrechte in der Steuerbilanz abweichend von der Handelsbilanz auszuüben, sondern soll lediglich sicherstellen, dass nicht GoB-konforme steuerliche Wahlrechte in der Steuerbilanz ausgeübt werden können, ohne dass sie im handelsrechtlichen Jahresabschluss nachzuvollziehen sind.<sup>36</sup> Zu berücksichtigen ist allerdings, dass der steuerliche Wahlrechtsvorbehalt nur bei Erfüllung der Dokumentationsanforderungen des § 5 Abs. 1 S. 2 und 3 EStG in Anspruch genommen werden kann.

<sup>32</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 124; Herzig (2008a: 4); Förster, in: Baetge und Kirsch (2008: 160); Schiffers, in: Korn (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. 79, 110 (Feb. 2009); Förster und Schmidtman (2009). Anderer Ansicht Dörfler und Adrian (2008: 45); Bareis (2008: 38).

<sup>33</sup> Vgl. BFH, 4.7.1990 – GrS 1/89, BStBl. II 1990, 830, 833; 26.8.1993 – IV R 127/91, BStBl. II 1994, 232, 233, BB 1994, 322; 15.7.1998 – I R 24/96, BStBl. II 1998, 728, 730, BB 1999, 45; Dziadkowski (1988: 411); Knobbe-Keuk (<sup>9</sup>1993: 22); sowie die Nachweise in Fn. 31.

<sup>34</sup> So Wassermeyer (1991: 37); Kempermann, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. B 138 (März 1996); Förster und Schmidtman (2009). Anderer Ansicht Herzig (2008a: 4).

<sup>35</sup> BT-Drs. 16/10067, 99.

<sup>36</sup> BT-Drs. 16/10067, 99; Förster und Schmidtman (2009); wohl auch Henselmann (2008: 258). Anderer Ansicht Theile und Hartmann (2008: 2033 f.); Herzig und Briesemeister (2009b: 929 f.); Herzig (2009: M1); Ortman-Babel *et al.* (2009: 935 f.).

Unabhängig von der Handelsbilanz können deshalb in der Steuerbilanz insbesondere folgende steuerliche Wahlrechte ausgeübt werden:<sup>37</sup>

- Aktivierungs- und Verteilungswahlrechte für Erhaltungsaufwand in Sanierungsgebieten und städtebaulichen Entwicklungsbereichen sowie bei Baudenkmälern gemäß § 4 Abs. 8 EStG in Verbindung mit §§ 11a, 11b EStG und Zuwendungen an eine Unterstützungskasse, die den abziehbaren Höchstbetrag übersteigen, gemäß § 4d Abs. 2 S. 3 EStG;
- Passivierungswahlrechte für unbesteuerter Rücklagen gemäß § 6b EStG,<sup>38</sup> Rücklagen für Ersatzbeschaffung gemäß R 6.6 Abs. 4 EStR 2008<sup>39</sup> und Pensionsrückstellungen gemäß § 6a EStG;
- GoB-fremde Abschreibungswahlrechte (Sonderabschreibungen, erhöhte Abschreibungen);
- Bewertungsabschläge, zum Beispiel durch Abzug von den Anschaffungs- oder Herstellungskosten gemäß § 6b EStG, § 7g Abs. 2 S. 2 EStG, R 6.6 Abs. 3 EStR 2008;
- Verteilungswahlrechte gemäß § 6a Abs. 4 EStG.

Werden diese Wahlrechte in Anspruch genommen, so kann es zur Abgrenzung latenter Steuern in der Handelsbilanz kommen.<sup>40</sup>

Wie der Gesetzeswortlaut deutlich macht, gilt der steuerliche Wahlrechtsvorbehalt nicht nur für das Jahr der Inanspruchnahme des Wahlrechts, sondern auch für die Folgebewertungen in anschließenden Wirtschaftsjahren. Damit ist insbesondere der von der Finanzverwaltung in Umwandlungsfällen vertretenen phasenverschobenen Maßgeblichkeit die Grundlage entzogen.<sup>41</sup>

## **Verhältnis von steuerlichem Wahlrechtsvorbehalt und steuerlichem Bewertungsvorbehalt gemäß § 5 Abs. 6 EStG**

Der steuerliche Wahlrechtsvorbehalt überschneidet sich teilweise mit dem Bewertungsvorbehalt in § 5 Abs. 6 EStG. Anders als dieser erfasst er jedoch steuerlich zwingende Regelungen nicht. Andererseits geht er über den Bewertungsvorbehalt hinaus, indem er eine Rückwirkung nicht GoB-konformer steuerlicher Wahlrechte auf den handelsrechtlichen Jahresabschluss ausschließt.

<sup>37</sup> Vgl. auch Herzig (2008b: 1340).

<sup>38</sup> Vgl. dazu Theile und Hartmann (2008: 2032 f.). Die Forderung des § 6b Abs. 4 S. 1 Nr. 5 EStG, wonach Bildung und Auflösung der Rücklage in der Buchführung verfolgt werden können, wird unseres Erachtens durch eine Dokumentation gemäß § 5 Abs. 1 S. 2 EStG n. F. erfüllt. Auch wenn diese sich ihrem Wortlaut nach nur auf „Wirtschaftsgüter“ bezieht, dürfte sie ihrem Zweck nach für § 6b-Rücklagen entsprechend gelten, vgl. Ortman-Babel *et al.* (2009: 934 f.).

<sup>39</sup> Wegen der Streichung der Öffnungsklauseln ist eine Übernahme in den handelsrechtlichen Jahresabschluss nicht mehr möglich. Gleichwohl ist unseres Erachtens eine Rücklage zulässig; so wurde auch bisher bei der Gewinnermittlung nach § 4 Abs. 3 EStG auf eine Abbildung im Jahresabschluss verzichtet (R 6.6 Abs. 5 EStR 2008).

<sup>40</sup> Vgl. Lüdenbach und Hoffmann (2007: 12 f.); Dörfler und Adrian (2008: 44 f.); Petersen und Zwirner (2008: 210 f.); Herzig und Briesemeister (2009a: 1). Eingehend Henselmann (2008: 261–276); Loitz (2009: 913); Küting und Seel (2009: 922).

<sup>41</sup> Vgl. Herzig und Briesemeister (2009b: 930). Zur Diskussion vgl. BMF, 25.3.1998 – IV B 7 – S 1978 – 21/98, IV B 2 – S 1909 – 33/98, BStBl. I 1998, 268, Rn. 03.02, 11.02; Teiche (2008: 1757); Behrens (2009: 318).

Unter den steuerlichen Bewertungsvorbehalt gemäß § 5 Abs. 6 EStG fallen unseres Erachtens auch GoB-konforme steuerliche Wahlrechte, sofern in der Handelsbilanz ein GoB-konformer, aber steuerlich unzulässiger Wert gewählt wird. Es wäre unverstänglich, wenn GoB-fremde Wahlrechte auf der Grundlage des steuerlichen Wahlrechtsvorbehalts unabhängig von der Handelsbilanz in Anspruch genommen werden dürften, GoB-konforme Wahlrechte aber bei einer im Einzelfall nicht maßgeblichen Handelsbilanz nicht. Insoweit wirkt die Einführung des steuerlichen Wahlrechtsvorbehalts auch auf die Auslegung des Bewertungsvorbehalts zurück. Beispiel hierfür ist die Wahl eines steuerlich unzulässigen Abschreibungsverfahrens in der Handelsbilanz<sup>42</sup> oder die Wahl eines steuerlich nicht zulässigen Verbrauchsfolgeverfahrens.

### Zwischenergebnis

Trotz der Änderungen beim Maßgeblichkeitsgrundsatz und der Streichung der handelsrechtlichen Öffnungsklauseln ergeben sich kaum Änderungen für die steuerliche Gewinnermittlung.<sup>43</sup> Die handelsrechtlichen GoB sind weiterhin für die Bilanzierung und Bewertung in der Steuerbilanz maßgeblich. GoB-konforme Wahlrechte in der Steuerbilanz werden wie bisher durch Wahl in der Handelsbilanz ausgeübt, soweit dort ein inhaltsgleiches Wahlrecht besteht (§ 5 Abs. 1 S. 1 EStG). Auch GoB-fremde steuerliche Wahlrechte können weiterhin ausgeübt werden; allerdings unter Aufgabe der Einheitsbilanz.<sup>44</sup>

## Einzelne Ansatzvorschriften

### Handelsrechtliche Änderungen ohne Auswirkungen auf die Steuerbilanz

Ohne Auswirkung auf die Steuerbilanz ist die Streichung mehrerer handelsrechtlicher Wahlrechte: Für den derivativen Geschäfts- oder Firmenwert bestand schon bisher eine steuerliche Aktivierungspflicht (§ 246 Abs. 1 S. 3 HGB n. F., § 5 Abs. 2 EStG).<sup>45</sup> Aufwandsrückstellungen gemäß § 249 Abs. 1 S. 3, Abs. 2 HGB a. F. waren steuerlich ebenso unzulässig wie die Aktivierung von Aufwendungen für die Inangasetzung und Erweiterung des Geschäftsbetriebs<sup>46</sup> (§ 269 HGB a. F.). Insoweit nähern sich nun Handels- und Steuerbilanz an. Entsprechendes gilt auch für die Zurechnung von Vermögensgegenständen gemäß § 246 Abs. 1 HGB n. F., die ausweislich der Gesetzesbegründung den Kriterien des § 39 AO entspricht.<sup>47</sup>

Steuerlich nicht nachzuvollziehen ist auch das neue Aktivierungswahlrecht für selbst geschaffene immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens (§ 248 Abs. 2 HGB n. F., § 5 Abs. 2 EStG)<sup>48</sup> und die in § 246 Abs. 2 S. 2 HGB n. F. vorgesehene Saldierung

<sup>42</sup> Bislang ist in diesem Fall steuerlich linear abzuschreiben, vgl. BFH, 24.1.1990 – I R 17/89, BStBl. II 1990, 681, BB 1990, 1237; 13.6.2006 – I R 84/05, BStBl. II 2007, 94, BB 2006, 2633 mit BB-Komm. Euler (2006: 2636).

<sup>43</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 124; Meurer (2009: 120). Anderer Ansicht Theile und Hartmann (2008: 2034).

<sup>44</sup> Vgl. Herzig und Briesemeister (2009: 1); Künkele, in: Petersen und Zwirner (2009: 606).

<sup>45</sup> Vgl. Strahl (2008: 16292); Siegel (2008: 321); Scheffler (2009: 46). Zu divergierenden Abschreibungszeiträumen vgl. Herzig (2008a: 5 f.); Dörfler und Adrian (2008: 45).

<sup>46</sup> Vgl. BFH, 7.8.2000 – GrS 2/99, BStBl. II 2000, 632.

<sup>47</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 47; Strahl (2008: 16291); Ernst und Seidler (2009: 766); Scheffler (2009: 46).

<sup>48</sup> Vgl. Siegel (2008: 321).

des Planvermögens mit Altersversorgungsverpflichtungen (§ 5 Abs. 1a S. 1 EStG n. F.). Insoweit entfernen sich Handels- und Steuerbilanz voneinander.

## Eigene Anteile

Eigene Anteile sind nach der Neuregelung des § 272 Abs. 1a HGB n. F. unabhängig vom Erwerbzweck nicht mehr als Vermögensgegenstand auf der Aktivseite auszuweisen, sondern mit dem Eigenkapital zu verrechnen. Der Nennbetrag oder der rechnerische Wert der erworbenen eigenen Anteile ist offen vom Posten „Gezeichnetes Kapital“ abzusetzen, die Differenz zu den Anschaffungskosten ist mit den frei verfügbaren Rücklagen zu verrechnen. Anschaffungsnebenkosten sind als Aufwand des Geschäftsjahres zu berücksichtigen.<sup>49</sup>

Die Neuregelung soll dem wirtschaftlichen Gehalt des Erwerbs eigener Anteile als Auskehrung frei verfügbarer Rücklagen Rechnung tragen.<sup>50</sup> Sie entspricht der bisherigen rechtsformabhängigen Behandlung des Erwerbs eigener Aktien zur Einziehung (§ 272 Abs. 1 S. 4 HGB a. F.) und ist erstmals für nach dem 31. Dezember 2009 beziehungsweise nach dem 31. Dezember 2008 beginnende Geschäftsjahre anzuwenden (Art. 66 Abs. 3 S. 1 und 6 EGHGB).

Zweifelhaft ist, ob eigene Anteile angesichts der Verrechnung mit dem Eigenkapital noch als Vermögensgegenstand beziehungsweise Wirtschaftsgut anzusehen sind, wie dies vor Inkrafttreten des BilMoG angenommen wurde, sofern nicht eigene Aktien zur Einziehung erworben wurden.<sup>51</sup> Aber auch dann, wenn man von einer abstrakten Aktivierungsfähigkeit als Vermögensgegenstand oder Wirtschaftsgut ausgeht, fehlt den eigenen Anteilen aufgrund der Neuregelung in § 272 Abs. 1a HGB die konkrete Aktivierungsfähigkeit.

Wegen des Maßgeblichkeitsgrundsatzes scheidet damit eine Aktivierung eigener Anteile in der Steuerbilanz der *Gesellschaft* aus.<sup>52</sup> Die durch den Erwerb eintretende Vermögensminderung ist gesellschaftsrechtlich veranlasst und mindert den steuerlichen Gewinn der Kapitalgesellschaft nicht;<sup>53</sup> § 8b Abs. 3 Körperschaftsteuergesetz (KStG) findet unseres Erachtens auf die Vermögensminderung mangels aktivierungsfähiger Anteile keine Anwendung. Anschaffungsnebenkosten sind dagegen nicht gesellschaftsrechtlich veranlasst, da insoweit wirtschaftlich betrachtet keine Auskehrung von Rücklagen vorliegt; sie sind handelsrechtlich Aufwand und steuerrechtlich als Betriebsausgabe abzugsfähig.<sup>54</sup>

Sieht man den Erwerb eigener Anteile als Auskehrung freier Rücklagen, so bewirkt die Gesellschaft mit der Zahlung des Erwerbspreises eine Leistung im Sinne von § 27

<sup>49</sup> Kritisch zur Neuregelung Küting und Reuter (2008: 658); Herzig (2008b: 1342); Arbeitskreis Bilanzrecht der Hochschullehrer Rechtswissenschaft (2008b: 215); Arbeitskreis Externe Unternehmensberechnung der Schmalenbach-Gesellschaft für Betriebswirtschaft e. V. (2008: 997).

<sup>50</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 65 f.

<sup>51</sup> Vgl. BFH, 6.12.1995 – I R 51/95, BStBl. II 1998, 781, BB 1996, 792; 23.2.2005 – I R 44/04, BStBl. II 2005, 522, BB 2005, 1380 mit BB-Komm. Schulze-Osterloh (2005: 1383); Marx/Dallmann, in: Baetge/Kirsch/Thiele (Hrsg.), § 266 HGB, Rn. 100 (Nov. 2004); Weber-Grellet, in: Schmidt (Hrsg.), § 5 EStG, Rn. 270 „Eigene Anteile“ mit weiteren Nachweisen. Anderer Ansicht Thiel (1993: 569 f.). Differenzierend Rose (1999: 375 f.); Schulze-Osterloh, in: Baumbach/Hueck (Hrsg.), GmbHG, 18. Aufl. 2006, § 42 GmbHG, Rn. 174.

<sup>52</sup> Vgl. Herzig (2008b: 1342); Hoffmann und Lüdenbach (2008: 58). Vgl. auch BMF, 2.12.1998 – IV C 6 – S 2741 – 12/98, BStBl. I 1998, 1509, Tz. 21; Gosch, § 8 KStG Rn. 576. Zweifelnd Hohage (2009: 1034 f.).

<sup>53</sup> Vgl. BMF, 2.12.1998 – IV C 6 – S 2741 – 12/98, BStBl. I 1998, 1509, Tz. 15, 22.

<sup>54</sup> Vgl. Herzig (2008b: 1342).

KStG an den Gesellschafter.<sup>55</sup> Wegen der in § 272 Abs. 1a HGB angeordneten anteiligen Verrechnung des Nennbetrags der Anteile mit dem gezeichneten Kapital wäre konsequenterweise wie bei einer Kapitalherabsetzung oder Teilliquidation zu verfahren.<sup>56</sup> Die für die Leistung als verwendet geltenden Eigenkapitalbestandteile würden sich dann nach der Regelung des § 28 Abs. 2 KStG richten, das heißt vorrangig würde das um das Nennkapital der erworbenen eigenen Anteile erhöhte steuerliche Einlagekonto als verwendet gelten. Dies entspricht auch dem BMF-Schreiben vom 2. Dezember 1998,<sup>57</sup> wonach beim Erwerb eigener Anteile zum Zweck der Einziehung der Teil des Kaufpreises, der den Nennwert der Anteile übersteigt, vom EK 04 abzuziehen ist. Allerdings ist das BMF-Schreiben zum Anrechnungsverfahren ergangen.<sup>58</sup>

Offen ist, ob diese Qualifikation auch für die *Gesellschafterebene* gilt.<sup>59</sup> Da ein allgemeines steuerliches Korrespondenzprinzip nicht existiert, könnte der Vorgang beim Gesellschafter auch als Anteilsveräußerung qualifiziert werden.<sup>60</sup> Hierfür spricht, dass bereits vor Inkrafttreten des BilMoG auf der Gesellschafterebene von einem Veräußerungsgeschäft auch dann ausgegangen wurde, wenn eigene Aktien zur Einziehung erworben wurden und bei der Gesellschaft nicht zu aktivieren waren.<sup>61</sup> Für eine getrennte Würdigung von Gesellschafts- und Gesellschafterebene spricht auch, dass eine spätere Veräußerung der eigenen Anteile die steuerlichen Folgen des Erwerbs auf der Gesellschaftsebene im Ergebnis rückgängig macht, nicht aber auf der Gesellschafterebene.

Im Falle einer späteren *Veräußerung* der eigenen Anteile ist nach der Neuregelung in § 272 Abs. 1b HGB die beim Erwerb der Anteile vorgenommene Kürzung des gezeichneten Kapitals und der frei verfügbaren Rücklagen der Gesellschaft rückgängig zu machen. Ein die ursprünglichen Anschaffungskosten übersteigender Veräußerungserlös ist in die Kapitalrücklage einzustellen. Nebenkosten der Veräußerung sind Aufwand des Geschäftsjahres. Damit soll dem wirtschaftlichen Gehalt des Verkaufs eigener Anteile als Rückgängigmachung des Erwerbs und als wirtschaftliche Kapitalerhöhung Rechnung getragen werden.<sup>62</sup>

Die in der Handels- und Steuerbilanz durch den Veräußerungspreis eintretende Vermögensmehrung der *Gesellschaft* wirkt sich nicht auf das zu versteuernde Einkommen aus, sondern ist als Einlage anzusehen, die in das steuerliche Einlagekonto gemäß § 27 KStG einzustellen ist, soweit der Veräußerungspreis den Nennwert beziehungsweise rechnerischen Wert der eigenen Anteile übersteigt. Mangels Aktivierungsfähigkeit der veräußerten Anteile liegt kein Veräußerungsgeschäft vor, dessen Gewinn gemäß § 8b Abs. 2 KStG unter pauschalitem Ansatz von nicht abzugsfähigen Betriebsausgaben in Höhe

<sup>55</sup> Anderer Ansicht wohl Dötsch, in: Dötsch *et al.* (Hrsg.), KStG, 1984, § 27 KStG, Tz. 69 (Juni 2008).

<sup>56</sup> So bisher schon Thiel (1993: 569).

<sup>57</sup> Vgl. BMF, 2.12.1998 – IV C 6 – S 2741 – 12/98, BStBl. I 1998, 1509, Tz. 23.

<sup>58</sup> Vgl. Dötsch in: Dötsch *et al.* (Hrsg.), § 27 KStG, Tz. 69 (Juni 2008).

<sup>59</sup> Vgl. Herzig (2008b: 1342). Vgl. auch Rogall (2001: 867); Prinz und von Freeden (2005: 533).

<sup>60</sup> Vgl. Blumenberg und Rossner (2008: 1082 f.); Mayer (2008: 782); Haisch und Helios (2009: 257); wohl auch Dötsch in: Dötsch *et al.* (Hrsg.), § 27 KStG, Tz. 69 (Juni 2008); Hohage (2009: 1033). Zur Korrespondenz auf Gesellschafts- und Gesellschafterebene vgl. aber BFH vom 20.8.2008 I R 29/07, DB 2008, 2573.

<sup>61</sup> Vgl. BMF, 2.12.1998 – IV C 6 – S 2741 – 12/98, BStBl. I 1998, 1509, Tz. 19, 24; Wassermeyer (1993: 621); Pung/Dötsch in: Dötsch *et al.* (Hrsg.), § 17 EStG, Tz. 78 (Nov. 2006).

<sup>62</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 65, 66.



von fünf Prozent des Veräußerungsgewinns nach § 8b Abs. 3 KStG steuerbefreit wäre.<sup>63</sup> Veräußerungskosten sind entsprechend der handelsrechtlichen Lage als Betriebsausgabe abzugsfähig.

## Einzelne Bewertungsvorschriften

### Handelsrechtliche Änderungen ohne Auswirkungen auf die Steuerbilanz

Ohne Wirkung auf die Steuerbilanz ist die Streichung der Zukunftsabschreibung auf Umlaufvermögen und der Ermessensabschreibung gemäß § 253 Abs. 3 S. 3, Abs. 4 HGB a. F. Beide waren schon bisher steuerlich unzulässig. Dem neuen rechtsformunabhängigen handelsrechtlichen Wertaufholungsgebot steht ein eigenes steuerliches Wertaufholungsgebot gegenüber (§ 253 Abs. 5 HGB n. F., § 6 Abs. 1 Nr. 1 S. 4, Nr. 2 S. 3 EStG)<sup>64</sup> und unter den Verbrauchsfolgeverfahren bleibt allein die LIFO-Methode steuerlich zulässig (§ 256 S. 1 HGB n. F., § 6 Abs. 1 Nr. 2a EStG).<sup>65</sup> Die handelsrechtlichen Regelungen nähern sich insoweit der Steuerbilanz an.

Andererseits entfernt sich die Handels- von der Steuerbilanz, wodurch es zur Abgrenzung latenter Steuern kommen kann: So werden steuerlich orientierte Wahlrechte zur Aktivierung bestimmter Rechnungsabgrenzungsposten nur in der Handelsbilanz aufgehoben (§ 250 Abs. 1 S. 2 HGB n. F., § 5 Abs. 5 S. 2 EStG).<sup>66</sup> Zudem sind Rückstellungen in der Handelsbilanz mit dem nach vernünftiger kaufmännischer Beurteilung notwendigen Erfüllungsbetrag anzusetzen und mit den von der Deutschen Bundesbank nach Maßgabe einer Rechtsverordnung ermittelten und bekannt gegebenen Sätzen abzuzinsen (§ 253 Abs. 1 Satz 2, Abs. 2 HGB n. F.),<sup>67</sup> ohne dass diese Änderungen in der Steuerbilanz nachvollzogen werden.<sup>68</sup> In der Steuerbilanz sind Pensionsrückstellungen wie bisher nach § 6a EStG anzusetzen und zu bewerten,<sup>69</sup> abzuzinsen sind Rückstellungen mit 5,5 Prozent pro Jahr, und künftige Preis- und Kostensteigerungen dürfen bei der Bewertung nicht berücksichtigt werden (§ 6 Abs. 1 Nr. 3a lit. e, f EStG).<sup>70</sup>

Die Änderungen gelten für Geschäftsjahre, die nach dem 31. Dezember 2009 beziehungsweise nach dem 31. Dezember 2008 beginnen (Art. 66 Abs. 3 S. 1, 2, 6, Abs. 5 EGHGB).

## Bewertungseinheiten

Gemäß § 254 HGB n. F. sind die §§ 249 und 253 HGB n. F. nicht anzuwenden, soweit sich gegenläufige Wertänderungen oder Zahlungsströme eines Grund- und Sicherungs-

<sup>63</sup> Vgl. Herzig (2008b: 1342); Ortmann-Babel *et al.* (2009: 936 f.).

<sup>64</sup> Zu Unterschieden vgl. Dörfler und Adrian (2008: 47); Herzig und Briesemeister (2009d: 164); Herzig und Briesemeister (2009c: 978 f.); Herzig (2009: M1).

<sup>65</sup> Vgl. Dörfler und Adrian (2008: 46 f.); Scheffler (2009: 48).

<sup>66</sup> Vgl. dazu Marx (2008: 201–219); Theile (2009: 30).

<sup>67</sup> Zu Übergangsregeln vgl. Art. 67 Abs. 1, 2 EGHGB.

<sup>68</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 52; Strahl (2008: 16298); Scheffler (2009: 47).

<sup>69</sup> Die Übernahme dieses Werts in die Handelsbilanz ist nicht mehr zulässig, vgl. Herzig und Briesemeister (2009a: 1).

<sup>70</sup> Unseres Erachtens gilt insoweit die bisherige BFH-Rechtsprechung fort, vgl. BFH, 19.2.1975 – I R 28/73, BStBl. II 1975, 480; 3.12.1991 – VIII R 88/87, BStBl. II 1993, 89, BB 1992, 1389. Kritisch zurecht Arbeitskreis Bilanzrecht der Hochschullehrer Rechtswissenschaft (2008b: 209 f.); Güntel (2008: 132); Herzig und Briesemeister (2009d: 165 f.). Zur erstmaligen Anwendung § 52 Abs. 16 Satz 10 EStG n. F.

geschäfts tatsächlich ausgleichen. Hierdurch wird im handelsrechtlichen Jahresabschluss erstmals die wahlweise Bildung von Bewertungseinheiten zur Absicherung finanzwirtschaftlicher Risiken anerkannt.<sup>71</sup> § 254 HGB n. F. ist ein Anwendungswahlrecht.<sup>72</sup> In der Konsequenz wird von einer Bilanzierung nicht realisierter Verluste Abstand genommen, soweit den Verlusten nicht realisierte Gewinne gegenüberstehen. Hierin ist eine Abweichung vom Realisations-, Imparitätsprinzip und Einzelbewertungsgrundsatz zu sehen.<sup>73</sup> Anzuwenden ist die Neuregelung erstmals für nach dem 31. Dezember 2009 (bei Nutzung des Wahlrechts: 31. Dezember 2008) beginnende Geschäftsjahre (Art. 66 Abs. 3 S. 1, 6 EGHGB).

Die handelsrechtliche Vorschrift schlägt aufgrund der in § 5 Abs. 1a EStG verankerten konkreten formellen Maßgeblichkeit auch auf die steuerliche Gewinnermittlung durch.<sup>74</sup> Sofern eine Bewertungseinheit einen Verpflichtungsüberhang aufweist, besteht für die notwendige Drohverlustrückstellung gemäß § 5 Abs. 4a S. 2 EStG auch steuerlich eine Passivierungsverpflichtung.<sup>75</sup>

Problematisch bleiben die bilanzielle Behandlung von nicht fristenkongruenten Grund- und Sicherungsgeschäften mit Anschlusssicherungsgeschäften, die Bestimmung des Zeitpunkts des Beginns beziehungsweise der Beendigung von Bewertungseinheiten und das Verhältnis der konkreten formellen Maßgeblichkeit gemäß §§ 5 Abs. 1a in Verbindung mit Abs. 4a S. 2 EStG zum Bewertungsvorbehalt, konkret zur Teilwertabschreibung, bei der Abbildung von Verpflichtungsüberhängen.<sup>76</sup>

### **Zeitwertbewertung bei Kredit- und Finanzdienstleistungsinstituten**

Kredit- und Finanzdienstleistungsinstitute haben Finanzinstrumente des Handelsbestands für nach dem 31. Dezember 2009 beziehungsweise nach dem 31. Dezember 2008 beginnende Geschäftsjahre mit dem beizulegenden Zeitwert abzüglich eines Risikoabschlags zu bewerten. Eine zusätzliche Risikoversorge erfolgt durch Zuführungen zum Sonderposten „Fonds für allgemeine Bankrisiken“ nach § 340g HGB aus den Nettoerträgen des Handelsbestands (§ 340e Abs. 3, 4 HGB, Art. 66 Abs. 3 S. 1 und 6 EGHGB).<sup>77</sup> Der Zeitwert abzüglich eines Risikoabschlags ist auch in die Steuerbilanz zu übernehmen, soweit die Finanzinstrumente nicht in einer Bewertungseinheit abgebildet werden (§ 6 Abs. 1 Nr. 2b EStG).<sup>78</sup> Bei erstmaliger Anwendung der Zeitbewertung in der Steuerbilanz kann für die Hälfte des hieraus resultierenden Gewinns eine den Gewinn mindernde Rücklage gebildet werden, die im folgenden Wirtschaftsjahr Gewinn erhöhend aufzulösen ist (§ 52 Abs. 16 S. 10 EStG n. F.). Aufwendungen und Erträge aus der Dotierung und Auflösung des Son-

<sup>71</sup> Vgl. Herzig und Briesemeister (2009d: 159). Zu den Voraussetzungen Kraft und Bischoff (2008: 180–186).

<sup>72</sup> Vgl. Kraft und Bischoff (2008: 186); Herzig und Briesemeister (2009d: 159).

<sup>73</sup> Vgl. Fülber und Gassen (2007: 2610 f.); Wiechens und Helke (2008: 26 ff.).

<sup>74</sup> Vgl. Herzig (2008a: 9); Kirsch (2008: 31 f.); Güntel (2008: 131); Kraft und Bischoff (2008: 191 f.); ausführlich Herzig und Briesemeister (2009d: 158–162).

<sup>75</sup> Vgl. Herzig (2008a: 9); Güntel (2008: 131); Kraft und Bischoff (2008: 187 f.); ausführlich Herzig und Briesemeister (2009d: 161 f.).

<sup>76</sup> Vgl. eingehend Kraft und Bischoff (2008: 188–190) sowie Herzig und Briesemeister (2009d: 158–162).

<sup>77</sup> Vgl. dazu BT-Drs. 16/12407, 122; Waschbusch, in: Petersen und Zwirner (2009: 585–589).

<sup>78</sup> Kritisch Krawitz und Kalbitzer (2008: 160–165). Vgl. auch Herzig und Briesemeister (2009c: 980).

derpostens gemäß § 340g HGB sind dagegen keine Betriebsausgaben oder steuerpflichtigen Erträge, sondern Einkommensverwendung.<sup>79</sup>

### **Außerplanmäßige Abschreibungen bei Vermögensgegenständen des Anlagevermögens und des Umlaufvermögens**

Die Regelungen für außerplanmäßige Abschreibungen sind rechtsformneutral ausgestaltet worden. Bei Anlagegegenständen sind außerplanmäßige Abschreibungen auf den niedrigeren beizulegenden Wert nur noch bei voraussichtlich dauernder Wertminderung vorzunehmen. Bei voraussichtlich nicht dauerhafter Wertminderung besteht ein auf Finanzanlagen beschränktes Abschreibungswahlrecht. Für Vermögensgegenstände des Umlaufvermögens gilt wie bisher das strenge Niederstwertprinzip (§ 253 Abs. 3 und 4 HGB n. F.). Die Neuregelung ist erstmals für nach dem 31. Dezember 2009 beziehungsweise nach dem 31. Dezember 2008 beginnende Geschäftsjahre anzuwenden, Art. 66 Abs. 3 S. 1, 6 EGHGB.

Steuerlich hat diese Veränderung keine Auswirkungen, weil Teilwertabschreibungen schon bisher nur bei einer voraussichtlich dauernden Wertminderung zulässig waren (§ 6 Abs. 1 Nr. 1 S. 2, Nr. 2 S. 2 EStG).<sup>80</sup>

Allerdings stellt sich aufgrund der Formulierung der steuerlichen Abschreibungsregelung als Kannvorschrift die Frage, ob bei voraussichtlich dauernder Wertminderung dem Abschreibungsgebot in der Handelsbilanz ein steuerliches Abschreibungswahlrecht gegenübersteht.<sup>81</sup> Die Gesetzesbegründung ist insoweit unklar.<sup>82</sup> Für ein steuerliches Abschreibungswahlrecht spricht, dass seit Inkrafttreten des BilMoG die Maßgeblichkeit durch den Wahlrechtsvorbehalt in § 5 Abs. 1 S. 1 Hs. 2 EStG eingeschränkt wird, soweit GoB-fremde steuerliche Wahlrechte bestehen. Insoweit ergibt sich eine veränderte Rechtslage, wie sie bisher schon in den Fällen bestand, in denen der Maßgeblichkeitsgrundsatz nicht zum Tragen kam. So wurde von einem steuerlichen Abschreibungswahlrecht ausgegangen, sofern ein Steuerpflichtiger seinen Gewinn nicht nach § 5 EStG ermittelte, sondern nach § 4 Abs. 1 EStG,<sup>83</sup> oder soweit der steuerliche Teilwert den beizulegenden Wert unterschritt.<sup>84</sup> Für ein Abschreibungswahlrecht spricht auch, dass die steuerliche Regelung des § 6 Abs. 1 Nr. 2 EStG ohnehin losgelöst vom Handelsrecht auszulegen ist.<sup>85</sup>

<sup>79</sup> Vgl. Krumnow (2004), § 340g HGB Rn. 6.

<sup>80</sup> Vgl. Herzig (2008a: 7); Dörfler und Adrian (2008: 47). Zur Frage der Dauerhaftigkeit vgl. BFH, 14.3.2006 – I R 22/05, BStBl. II 2006, 680, BB 2006, 1737 mit BB-Komm. Schlotter (2006: 1738); 26.9.2007 – I R 58/06, BStBl. II 2009, 294, BB 2008, 550, jeweils mit weiteren Nachweisen; BMF, 26.3.2009 – IV C 6 – S 2171-b/0, 2009/195335, BStBl. I 2009, 514.

<sup>81</sup> Vgl. bejahend Herzig und Briesemeister (2009d: 163); Herzig (2009: M1); Strahl (2008: 16294); Ortmann-Babel *et al.* (2009: 935); Förster und Schmidtman (2009).

<sup>82</sup> Vgl. BT-Drs. 16/10067, 56, 120, 124.

<sup>83</sup> Vgl. R 6.8 Abs. 1 S. 5 EStR 2008; Winkeljohann, in: Hermann/Heuer/Raupach (Hrsg.), § 6 EStG, Rn. 563 (Aug. 2003); Werndl, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff (Hrsg.), § 6 EStG, Rn. B 422 (Mai 2008).

<sup>84</sup> Vgl. Christiansen (1991/92: 128); Groh (1999: 983); Winkeljohann, in: Hermann/Heuer/Raupach (Hrsg.), § 6 EStG, Rn. 562 (Aug. 2003); Ehmcke, in: Blümich (Hrsg.), § 6 EStG, Rn. 563 (Okt. 2003); Werndl, in: Kirchhof/Söhn/Mellinghoff (Hrsg.), § 6 EStG, Rn. B 422 (Mai 2008).

<sup>85</sup> Vgl. BFH, 26.9.2007 – I R 58/06, BStBl. II 2009, 294, BB 2008, 550; Herzig und Briesemeister (2009d: 163); Ortmann-Babel *et al.* (2009: 935).

## Herstellungskosten

Künftig sind in die Herstellungskosten gemäß § 255 Abs. 2 HGB n. F. neben den Einzelkosten auch die variablen Gemeinkosten zwingend einzubeziehen. Steuerliche Auswirkungen sind hiermit nicht verbunden; vielmehr folgt die steuerliche Definition der Herstellungskosten weiterhin den Grundsätzen von R 6.3 EStR 2005. Trotz Annäherung der Handels- an die Steuerbilanz wird kein vollständiger Gleichlauf erreicht. So sind den Herstellungskosten handelsrechtlich beispielsweise auch Abschreibungen auf zuvor aktivierte selbst erstellte immaterielle Vermögensgegenstände zuzurechnen. Für solche Aufwendungen besteht steuerlich ein Einbeziehungsverbot.<sup>86</sup> Unklar ist darüber hinaus der Umfang des in die Herstellungskosten einzubeziehenden Wertverzehrs des Anlagevermögens.<sup>87</sup>

## Fazit

1. Das BilMoG wirft neue steuerliche Fragen auf, namentlich nach der Reichweite der verbliebenen Maßgeblichkeit und des neu eingeführten steuerlichen Wahlrechtsvorbehalts in § 5 Abs. 1 S. 1 EStG, den Konsequenzen des Erwerbs und der Veräußerung eigener Anteile und der Existenz eines Wahlrechts zur Vornahme von Teilwertabschreibungen.
2. Handels- und Steuerbilanz fallen künftig oftmals auseinander. Grund hierfür ist die Änderung von handelsrechtlichen Vorschriften, für die eigene steuerliche Regelungen existieren, und die Abschaffung der umgekehrten Maßgeblichkeit. Damit steigen die Gefahr von Fehlern bei einer Überleitungsrechnung und die Bedeutung der Abgrenzung latenter Steuern. Beide Gründe sprechen in vielen Fällen für die Erstellung einer eigenständigen Steuerbilanz neben der Handelsbilanz.

## Literatur

- ARBEITSKREIS BILANZRECHT DER HOCHSCHULLEHRER RECHTSWISSENSCHAFT (2008a). „Nochmals: Plädoyer für eine Abschaffung der ‚umgekehrten Maßgeblichkeit‘!“, *Deutsches Steuerrecht*, 1057–1060.
- ARBEITSKREIS BILANZRECHT DER HOCHSCHULLEHRER RECHTSWISSENSCHAFT (2008b). „Stellungnahme zu dem Entwurf eines BilMoG: Einzelfragen zum materiellen Bilanzrecht“, *Betriebsberater*, 209–216.
- ARBEITSKREIS BILANZRECHT DER HOCHSCHULLEHRER RECHTSWISSENSCHAFT (2008c). „Stellungnahme zu dem Entwurf eines BilMoG: Grundkonzept und Aktivierungsfragen“, *Betriebsberater*, 152–158.
- ARBEITSKREIS EXTERNE UNTERNEHMENSRECHNUNG DER SCHMALENBACH-GESELLSCHAFT FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT E. V. (2008). Stellungnahme zu dem Referentenentwurf eines Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes, *Betriebsberater*, 994–997.
- BAETGE, Jörg, Hans-Jürgen KIRSCH und Stefan THIELE (Hrsg., 2002). *Bilanzrecht – Handelsrecht mit Steuerrecht und den Regelungen des IASB – Kommentar*, Stand: März 2009. Bonn (Loseblatt).
- BAETGE, Jörg und Hans-Jürgen KIRSCH (2008). *BilMoG und 7. WPO-Novelle – Aktuelle Herausforderungen an Bilanzierung und Prüfung: Vorträge und Diskussionen zum 24. Münsterischen*

<sup>86</sup> Vgl. Dörfler und Adrian (2008: 48); Theile (2007: 1329).

<sup>87</sup> Vgl. Herzig (2008a: 6); Günkler (2008: 133 f.).

*Tagesgespräch des Münsteraner Gesprächskreises Rechnungslegung und Prüfung e.V. am 17. April 2008.* Düsseldorf.

- BAREIS, Peter (2008). „Maßgeblichkeit der Handels- für die Steuerbilanz de lege lata und de lege ferenda“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 31–67.
- BEHRENS, Stefan (2009). „Keine phasenverschobene Wertaufholung nach Umwandlungen“, *Betriebsberater*, 318–320.
- BLUMENBERG, Jens und Sven ROSSNER (2008). „Steuerliche Auswirkungen der durch das BilMoG geplanten Änderungen der Bilanzierung von eigenen Anteilen“, *GmbH-Rundschau*, 1079–1084.
- BLÜMICH, Walter (Hrsg., 1998). *Einkommensteuergesetz, Körperschaftsteuergesetz, Gewerbesteuer-gesetz – Kommentar*, Stand: Oktober 2008. München (Loseblatt).
- CHRISTIANSEN, Alfred (1991/92). „Probleme der Teilwertermittlung beim Vorratsvermögen“, *Steuerberater-Jahrbuch*, 125–146.
- DÖLLERER, Georg (1971). „Maßgeblichkeit der Handelsbilanz in Gefahr“, *Betriebsberater*, 1333–1337.
- DÖRFLER, Oliver und Gerrit ADRIAN (2008). „Zum Referentenentwurf des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes (BilMoG): Steuerliche Auswirkungen“, *Der Betrieb*, Beilage Nr. 1, 44–49.
- DZIADKOWSKI, Dieter (1988). „Zur Dominanz der Steuerbilanz über die Handelsbilanz : die Umkehrung des Maßgeblichkeitsprinzips durch die das Steuerreformgesetz 1990“, *Die Wirtschaftsprüfung*, 409–419.
- DZIADKOWSKI, Dieter (1989). „Wider die Aushöhlung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung durch Kodifizierung einer totalen Umkehrmaßgeblichkeit“, *Der Betrieb*, 437–439.
- ERNST, Christoph und Holger SEIDLER (2009). Gesetz zur Modernisierung des Bilanzrechts nach Verabschiedung durch den Bundestag, *Betriebsberater*, 766–771.
- ERNST, Christoph (2008). „Eckpunkte des Referentenentwurfs eines Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes (BilMoG) – Interview mit MinRat Dr. Christoph Ernst“, *Die Wirtschaftsprüfung*, 114–116.
- EULER, Roland (2006). „Betriebsstätte im Fördergebiet als Voraussetzung für Sonderabschreibung – degressive AfA nur bei Zugrundelegung dieser Methode in der Handelsbilanz“, *Betriebsberater*, 2633–2636.
- FÖRSTER, Guido und Dirk SCHMIDTMANN (2009). „Steuerliche Gewinnermittlung nach dem BilMoG“, *Betriebsberater*, 1342–1346.
- FÜLBIER, Rolf Uwe und Joachim GASSEN (2007). „Das Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz (BilMoG): Handelsrechtliche GoB vor der Neuinterpretation“, *Der Betrieb*, 2605–2612.
- GROH, Manfred (1999). „Steuerentlastungsgesetz 1999/2000/2002: Imparitätsprinzip und Teilwertabschreibung“, *Der Betrieb*, 978–984.
- GÜNKEL, Manfred (2008). „Steuerliche Auswirkungen des Bilanzmodernisierungsgesetzes“, *Unternehmensbesteuerung*, 126–134.
- HAISCH, Martin und Marcus HELIOS (2009). „Corporate Actions, Abgeltungsteuer und Teileinkünfteverfahren“, *Unternehmensbesteuerung*, 250–259.
- HAUSCHILDT, Jürgen, Christian GRAPE und Marc SCHINDLER (2006). „Typologien von Unternehmenskrisen im Wandel“, *Die Betriebswirtschaft*, 7–25.
- HENSELMANN, Klaus (2008). „Umgekehrte Maßgeblichkeit und latente Steuern“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 255–281.
- HERRMANN, Carl, Gerhard HEUER und Arndt RAUPACH (Hrsg., 1992). *Einkommensteuer- und Körperschaftsteuergesetz – Kommentar*, 21. Auflage, Stand: März 2009. Köln (Loseblatt).

- HERZIG, Norbert (2008a). „Modernisierung des Bilanzrechts und Besteuerung“, *Der Betrieb*, 1–10.
- HERZIG, Norbert (2008b). „Steuerliche Konsequenzen des Regierungsentwurfs zum BilMoG“, *Der Betrieb*, 1339–1344.
- HERZIG, Norbert (2009). „Neue Ära im Zusammenwirken von Handels- und Steuerbilanz“, *Betriebsberater* 19, M1.
- HERZIG, Norbert und Simone BRIESEMEISTER (2009a). „Das Ende der Einheitsbilanz – Abweichungen zwischen Handels- und Steuerbilanz nach BilMoG-RegE“, *Der Betrieb*, 1–11.
- HERZIG, Norbert und Simone BRIESEMEISTER (2009b). „Steuerliche Konsequenzen des BilMoG – Deregulierung und Maßgeblichkeit“, *Der Betrieb*, 926–931.
- HERZIG, Norbert und Simone BRIESEMEISTER (2009c). „Steuerliche Konsequenzen der Bilanzrechtsmodernisierung für Ansatz und Bewertung“, *Der Betrieb*, 976–982.
- HERZIG, Norbert und Simone BRIESEMEISTER (2009d). „Steuerliche Problembereiche des BilMoG-RegE“, *Unternehmensbesteuerung*, 157–168.
- HOFFMANN, Wolf-Dieter und Norbert LÜDENBACH (2008). „Inhaltliche Schwerpunkte des BilMoG-Regierungsentwurfs“, *Deutsches Steuerrecht*, Beihefter zu Heft 30, 49–68.
- HOHAGE, Uwe (2009). „Erwerb eigener Anteile, Einziehung, Aufstockung und vGA bei der GmbH“, *Der Betrieb*, 1033–1036.
- IDW (2008). „Stellungnahme vom 4.1.2008 zum Referentenentwurf des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes“, *Institut der Wirtschaftsprüfer – Fachnachrichten*, 9–30.
- KERSTING, Christian (2008). „Handels- und gesellschaftsrechtliche Auswirkungen der Befreiung ‚kleiner‘ Kaufleute und Personenhandelsgesellschaften von der Buchführungs- und Bilanzierungspflicht – Eine Kritik an §§ 120, 241a, 424 Abs. 4 HGB-E i.d.F. des BilMoG“, *Betriebsberater*, 790–796.
- KIRCHHOF, Paul, Hartmut SÖHN und Rudolf MELLINGHOFF (Hrsg., 1986). *Einkommensteuergesetz – Kommentar*, Stand: März 2009. Heidelberg (Loseblatt).
- KIRSCH, Hanno (2008). „Steuerliche Auswirkungen des geplanten Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes“, *Deutsche Steuer-Zeitung*, 28–33.
- KNOBBE-KEUK, Brigitte (<sup>9</sup>1993). *Bilanz- und Unternehmenssteuerrecht*. Köln.
- KÖHLER, Annette (2008). „Deregulierung nach dem Entwurf eines BilMoG“, *Betriebsberater*, 268–270.
- KORN, Klaus (Hrsg., 2000). *Einkommensteuergesetz – Kommentar*, Stand: Februar 2009, Bonn (Loseblatt).
- KRAFT, Gerhard und Jan BISCHOFF (2008). „Zur Problematik von Bewertungseinheiten in der Steuerbilanz“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 173–200.
- KRAWITZ, Norbert und Jens KALBITZER (2008). „Die Übernahme des beizulegenden Zeitwerts von zu Handelszwecken erworbenen Finanzinstrumenten in der Steuerbilanz“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 149–172.
- KRUMNOW, Jürgen (Hrsg., <sup>2</sup>2004). *Rechnungslegung der Kreditinstitute – Kommentar zum deutschen Bilanzrecht unter Berücksichtigung von IAS/IFRS*. Stuttgart.
- KUSSMAUL, Heinz und Stephan MEYERING (2008). „BilMoG-Regierungsentwurf: Wen entlastet § 241a HGB-E?“, *Der Betrieb*, 1445–1447.
- KÜTING, Karlheinz (1997). „Der Wahrheitsgehalt deutscher Bilanzen“, *Deutsches Steuerrecht*, 84–91.
- KÜTING, Karlheinz und Claus-Peter WEBER (Hrsg., <sup>5</sup>2006). *Handbuch der Rechnungslegung*. Bd. 1. Stuttgart.

- KÜTING, Karlheinz und Michael REUTER (2008). „Abbildung von eigenen Anteilen nach dem Entwurf des BilMoG – Auswirkungen in der Bilanzierungs- und Bilanzanalysepraxis“, *Betriebsberater*, 658–662.
- KÜTING, Karlheinz und Christoph SEEL (2009). „Die Ungereimtheiten der Regelungen zu latenten Steuern im neuen Bilanzrecht“, *Der Betrieb*, 922–925.
- LOITZ, Rüdiger (2009). „Latente Steuern nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz (BilMoG) – ein Wahlrecht als Mogelpackung?“, *Der Betrieb*, 913–921.
- LÜDENBACH, Norbert und Wolf-Dieter HOFFMANN (2007). „Die langen Schatten der IFRS über der HGB-Rechnungslegung“, *Deutsches Steuerrecht*, Beihefter zu Heft 50, 3–20.
- MARX, Franz Jürgen (2008). „Zur Überflüssigkeit einer nach § 5 Abs. 5 S. 2 EStG erweiterten Rechnungsabgrenzung“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin.
- MAYER, Stefan (2008). „Steuerliche Behandlung eigener Anteile nach dem BilMoG“, *Unternehmensbesteuerung*, 779–785.
- MEURER, Ingetraut (2009). „Der Maßgeblichkeitsgrundsatz im BilMoG“, *Finanz-Rundschau*, 117–120.
- MOXTER, Adolf (1997). „Zum Verhaeltnis von Handelsbilanz und Steuerbilanz“, *Betriebsberater*, 195–199.
- MOXTER, Adolf (2001). „Keine Rückstellung für Verpflichtung zur Entsorgung eigenen Abfalls – Vorlage an den Großen Senat des BFH zurückgenommen“, *Betriebsberater*, 566–570.
- ORTMANN-BABEL, Martina, Andreas BOLIK und Patrick GAGEUR (2009). „Ausgewählte steuerliche Chancen und Risiken des BilMoG“, *Deutsches Steuerrecht*, 934–938.
- PETERSEN, Karl und ZWIRNER, Christian (Hrsg., 2009). *Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz – BilMoG: Gesetze, Materialien, Erläuterungen*. München.
- PETERSEN, Karl und Christian ZWIRNER (2008). „Latente Steuern im Lichte des BilMoG – Mehrfache Ausweitung des Anwendungsbereichs“, *Steuer und Bilanzen*, 205–212.
- PRINZ, ULRICH und Arne VON FREEDEN (2005). „Erwerb eigener Anteile als Ausschüttungsalternative bei einer Kapitalgesellschaft“, *Finanz-Rundschau*, 533–538.
- ROGALL, Matthias (2001). „Das Ausmaß der steuerlichen Attraktivität beim Rückkauf eigener Aktien im Rahmen der Eigenfinanzierung“, *Die Wirtschaftsprüfung*, 867–878.
- ROSE, Gerd (1999). „Verdeckte Gewinnausschüttungen im Zusammenhang mit eigenen GmbH-Anteilen“, *GmbH-Rundschau*, 373–380.
- SAVARY, Jacques (1968). *Der vollkommene Kauf- und Handelsmann*. Neudruck der deutschen Übersetzung, Genf 1676. Frankfurt am Main.
- SCHEFFLER, Wolfram (2009). „Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz und steuerliche Gewinnermittlung“, *Steuer und Bilanzen*, 45–52.
- SCHILDACH, Thomas (1989). „Überlegungen zur Zukunft des Verhältnisses von Handels- und Steuerbilanz“, *Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis*, 123–140.
- SCHLOTTER, Carsten (2006). „Erfordernis der voraussichtlich dauernden Wertminderung bei der Teilwertabschreibung abnutzbarer Wirtschaftsgüter des Anlagevermögens“, *Betriebsberater*, 1737–1739.
- SCHMALENBACH, Eugen (1907/08). „Über Mängel des Buchführungsrechts“, *Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung*, 281–301.
- SCHMIDT, Ludwig (Hrsg., <sup>8</sup>1989). *Einkommensteuergesetz*. München.
- SCHMIDT, Ludwig und Walter DRENSECK (Hrsg., <sup>28</sup>2009). *Einkommensteuergesetz*. München.
- SCHNEIDER, Dieter (2008). „Steuerbetriebwirtschaftliche Gewinnermittlung statt des Entwurfs einer BilMoG-elpackung!“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 283–300.

- SCHULZE-OSTERLOH, Joachim (2005). „BB-Kommentar“, *Betriebsberater*, 1383.
- SCHULZE-OSTERLOH, Joachim (2008). „Ausgewählte Änderungen des Jahresabschlusses nach dem Referentenentwurf eines Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes“, *Deutsches Steuerrecht*, 63–73.
- SIEGEL, Theodor (2008). „Leistungsfähigkeitsprinzip und steuerliche Gewinnermittlung“, in: Ute SCHMIEL und Volker BREITHECKER (Hrsg.). *Steuerliche Gewinnermittlung nach dem Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz*. Berlin, 301–331.
- STRAHL, Martin (2008). „Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz (BilMoG): Handelsbilanz und Auswirkungen auf die Steuerbilanz“, *Kölner Steuer-Dialog*, 16290–16300.
- TEICHE, Andreas (2008). „Maßgeblichkeit bei Umwandlungen – trotz SEStEG?“, *Deutsches Steuerrecht*, 1757–1763.
- THEILE, Carsten und Angelika HARTMANN (2008). „BilMoG: Zur Unmaßgeblichkeit der Handelsbilanz für die Steuerbilanz“, *Deutsches Steuerrecht*, 2031–2035.
- THEILE, Carsten (2009). „Der neue Jahresabschluss nach dem BilMoG“, *Deutsches Steuerrecht*, Beihefter zu Heft 18, 21–35.
- THEILE, Carsten (2007). „Reform des Bilanzrechts durch das Bilanzrechtsmodernisierungsgesetz – Übersicht der wesentlichen Änderungen für den Jahresabschluss“, Teil 1: *Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung*, Fach 2, 1321–1332; Teil 2: *Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung*, Fach 2, 1333–1336.
- THIEL, Jochen (1993). „Wirtschaftsgüter ohne Wert: Die eigenen Anteile der Kapitalgesellschaft“, in: Arndt RAUPACH und Adalbert UELNER (Hrsg.). *Ertragsbesteuerung. Zurechnung, Ermittlung, Gestaltung. Festschrift für Ludwig Schmidt zum 65. Geburtstag*. München, 569–588.
- WASSERMEYER, Franz (1991). „Die Maßgeblichkeit der Handelsbilanz für die Steuerbilanz und die Umkehr dieses Grundsatzes“, in: Werner DORALT (Hrsg.). *Probleme des Steuerbilanzrechts*. Köln, 29–46. (Veröffentlichungen der Deutschen Steuerjuristischen Gesellschaft e.V.; 14)
- WASSERMEYER, Franz (1993). „Der Erwerb eigener Anteile durch eine Kapitalgesellschaft“, in: Arndt RAUPACH und Adalbert UELNER (Hrsg.). *Ertragsbesteuerung. Zurechnung, Ermittlung, Gestaltung. Festschrift für Ludwig Schmidt zum 65. Geburtstag*. München, 621–638.
- WIECHENS, Gero und Iris HELKE (2008). „Zum Referentenentwurf des Bilanzrechtsmodernisierungsgesetzes (BilMoG): Bilanzielle Abbildung von Bewertungseinheiten“, *Der Betrieb*, Beilage Nr. 1, 26–29.



## HEINZ-DIETER SMEETS

### Finanzkrise – Schrecken ohne Ende?<sup>1</sup>

Einbrüche der Aktienkurse, zunehmend häufigere Meldungen über drohende Bankenpleiten, Rettungsmaßnahmen des Staates, Exportrückgänge – diese Meldungen über die internationalen Finanz- und Gütermärkte häufen sich seit dem Zusammenbruch der amerikanischen Investmentbank Lehman Brothers im Herbst 2008. Schätzungen über Wertverluste auf US-Kredite und -Wertpapiere für die Jahre von 2007 bis 2010 ergeben einen Abschreibungsbedarf in den USA und Europa von rund vier Billionen US\$.<sup>2</sup> Schwierigkeiten in einem kleinen Segment des amerikanischen Hypothekemarktes hatten zuvor durch Schockwellen binnen kurzer Zeit die Existenz zahlreicher Banken bedroht, darunter auch Banken außerhalb der Vereinigten Staaten, die gar kein eigenes Hypothekengeschäft betrieben.<sup>3</sup> Deutschland erlebte mit der IKB Deutschen Industriebank AG (IKB) und der Sachsen LB die ersten Ausfälle, die aufgrund von Fehlspekulationen am amerikanischen Immobilienmarkt bereits im Sommer 2007 in die Krise gerieten. Dramatische Ausmaße nahmen die Verluste dann bei dem Münchener Immobilienfinanzierer Hypo Real Estate (HRE) an, die eine groß angelegte Rettungsaktion des Staates auslösten, die zu staatlichen Bürgschaften in Höhe von insgesamt 100 Milliarden € führte. Dies mündete letztlich in die Verabschiedung des Bankenrettungsgesetzes mit der Möglichkeit einer Verstaatlichung von Banken.

#### Ursachen der Finanzkrise

Wie konnte es zu diesen Ereignissen kommen? Auslöser waren hohe Ausfallraten im Bereich der Subprime-Kredite im amerikanischen Immobilienmarkt. Die Einstufung als Subprime erfolgt unter anderem dann, wenn der Kreditnehmer bereits einmal zahlungsunfähig war, eine Zwangsversteigerung erfolgte oder er mit Kreditraten zuvor in Verzug geraten ist. Die traditionell große Bedeutung des Wohneigentums,<sup>4</sup> die umfangreiche Förderung des Immobilienbesitzes in den USA durch staatliche Agenturen und Schuldzinsabzug sowie die seit den späten 1990er Jahren bestehende politische Förderung des Immobilienbesitzes von Beziehern auch niedriger Einkommen führten dazu, dass eine Vielzahl amerikanischer Bürger insbesondere in den Jahren 2003 bis 2005 Immobilien erwarb. Die expansive Geldpolitik der US-Notenbank Federal Reserve (Fed) verursachte seit 2001 stark rückläufige

<sup>1</sup> Der Beitrag wurde im Juni 2009 abgeschlossen. Neuere Entwicklungen konnten nicht berücksichtigt werden. Auf Zeitreihen basierende Abbildungen wurden mit Hilfe der Datenbank EcoWin erstellt.

<sup>2</sup> Vgl. International Monetary Fund (2009).

<sup>3</sup> Vgl. Franke und Krahen (2007).

<sup>4</sup> 70 Prozent der amerikanischen Haushalte besitzen Eigenheime, in Deutschland leben hingegen nur 43 Prozent in Wohneigentum; vgl. Statistisches Bundesamt (2004).

Zinsen, die sich 2004 auf einem im historischen Vergleich sehr niedrigen Niveau befanden (Abb. 1). Die niedrigen Zinsen sowie stetig steigende Immobilienpreise in den Jahren 1997 bis 2005 (Abb. 2) veranlassten viele Kaufinteressenten, Kredite zu (vermeintlich) günstigen Konditionen aufzunehmen. Zumal die Hauspreise nicht nur absolut, sondern auch deutlich schneller als der Konsumentenpreisindex stiegen. Um der Vielzahl an Kreditnachfragern entsprechende Darlehen anbieten zu können, wurden die Bonitätsanforderungen der Kreditgeber deutlich reduziert. Zudem begünstigten die amerikanischen Haftungsbeschränkungen die Aufnahme von Hypothekenkrediten: Der Schuldner haftet lediglich mit dem Wert seines Hauses; der Rückgriff auf andere Sicherheiten in Form von Einkommen oder Vermögen ist nicht möglich. Kann ein Hausbesitzer seine Hypothek nicht mehr bezahlen, kann er ohne Investition von Eigenmitteln auf eine Zwangsäumung warten. Somit ist es bei sinkenden Immobilienwerten sinnlos, Zahlungen „abzustottern“, bei steigenden Immobilienpreisen kann hingegen profitiert werden. Im schlimmsten Fall droht kurzfristig der Verlust der persönlichen Kreditwürdigkeit; durch beispielsweise zuverlässige Zahlung von Kreditkartenrechnungen kann diese jedoch relativ schnell wieder gesteigert werden. Zahlreiche Kredite wurden vergeben, deren Bedienung die finanzielle Leistungsfähigkeit der Kaufinteressenten weit überstieg. Nicht umsonst sprach man in diesem Zusammenhang auch von Ninja-Krediten (*no income, no job, no assets*). Eine wichtige Rolle spielten in diesem Zusammenhang Hypotheken mit variablem Zinssatz (*adjustable rate mortgages*) und einer für die Einstiegsphase oft sehr niedrigen Zinsbelastung (*teaser rates*). Der Anteil variabel verzinslicher Hypothekenkredite stieg im Zeitraum 2002 bis 2005 von 15 auf 40 Prozent; zugleich wuchs der Anteil privat finanziert Hypotheken minderer Bonität mit variablem Zinssatz (2006: circa 50 Prozent). Im Laufe der Zeit entstand folglich ein hoher Bestand an Hypotheken mit schlechter beziehungsweise eingeschränkter Qualität.<sup>5</sup>

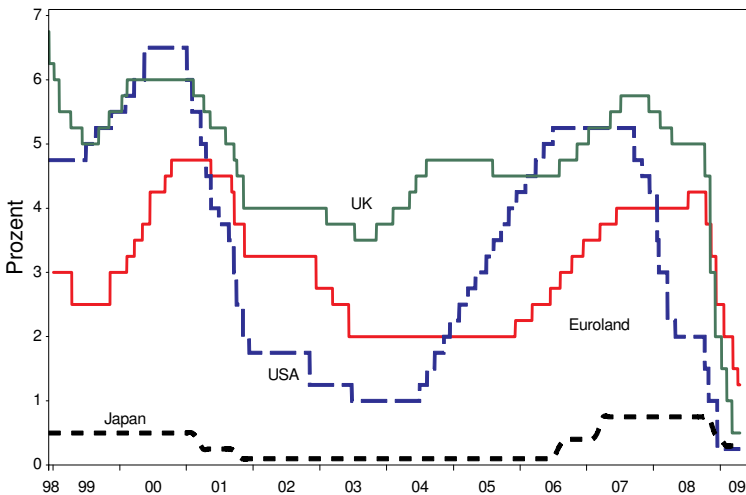


Abb. 1: Leitzinsen in der Weltwirtschaft

<sup>5</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 99).

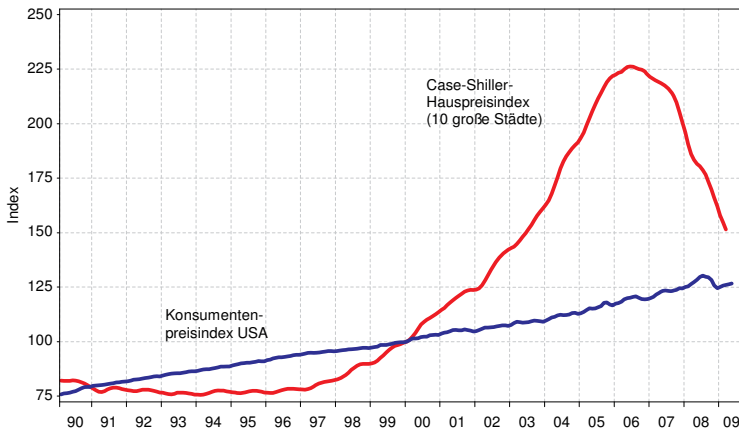


Abb. 2: Hauspreisentwicklung in den USA

Neben dem durch die Niedrigzinspolitik geprägten, vorteilhaften makroökonomischen Umfeld wurden die Entwicklungen auf den globalen Finanzmärkten insbesondere durch neuartige Techniken der Kreditintermediation begünstigt.<sup>6</sup> Eine besondere Rolle spielten dabei so genannte strukturierte Anleihen (CDO = *collateralized debt obligations*). Dabei bringt eine Bank von ihr gewährte Immobilienkredite in ein Portfolio ein, das wiederum als Sicherheit für ein handelbares Wertpapier (CDO) dient. Zinsen und Tilgungsraten der Haushalte werden somit an die Käufer der Wertpapiere „durchgeleitet“. Ein strukturiertes Wertpapier ist nun dadurch gekennzeichnet, dass es in verschiedene Tranchen (in Abbildung 3 sind es drei: Senior-, Mezzanine- und Equity-Tranche) unterteilt wird, die in einer bestimmten Reihenfolge bei Zahlungsausfällen im Hypothekenportfolio belastet werden: Sie werden zunächst ausschließlich von der untersten Tranche (Equity-Tranche in Abbildung 3) absorbiert, die somit das höchste Ausfallrisiko aufweist. Je weiter man nach oben kommt, desto geringer scheint das Risiko und desto besser ist das Rating. Unter Rating wird die Einschätzung der Zahlungsfähigkeit eines Schuldners aufgrund verschiedener Kriterien verstanden. Dabei steht der Ratingcode AAA für die höchste Bonität, C oder D hingegen für eine sehr schlechte. Die obersten Tranchen (Senior-Tranche in Abbildung 3) erhielten jeweils die Bestnote AAA, und zwar auch dann, wenn die zugrunde liegenden Hypotheken nur von mäßiger Qualität waren (*subprime*). Oftmals wurden sogar Mezzanine-Tranchen zu neuen CDOs zusammengefasst, wodurch auch weitere Senior-Tranchen (AAA) entstanden („Strukturierung im Quadrat“).

Um die Marktgängigkeit der verbrieften Forderungen zu erhöhen, wurden die Ausfallrisiken der Portfolios also nicht gleichmäßig auf die Anleihen verteilt, sondern in Tranchen mit sehr unterschiedlichem Risikogehalt ausgegeben. Eine solche Tranchierung ist dabei fiktiver Natur, da den einzelnen Tranchen keine spezifischen Forderungen zugeordnet werden, sondern lediglich das Verlust- oder Ausfallrisiko des Pools aufgeteilt wird.<sup>7</sup> Dies ermöglichte die Bündelung von Krediten unterschiedlicher Qualität. Die an die ame-

<sup>6</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 107).

<sup>7</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 112).

rikanischen Immobilienkäufer vergebenen Kredite wurden auf diese Weise zu einem erheblichen Teil in Portfolios zusammengefasst, verbrieft und an institutionelle Investoren weltweit verkauft. Abbildung 3 fasst die grundlegende Methodik noch einmal zusammen.

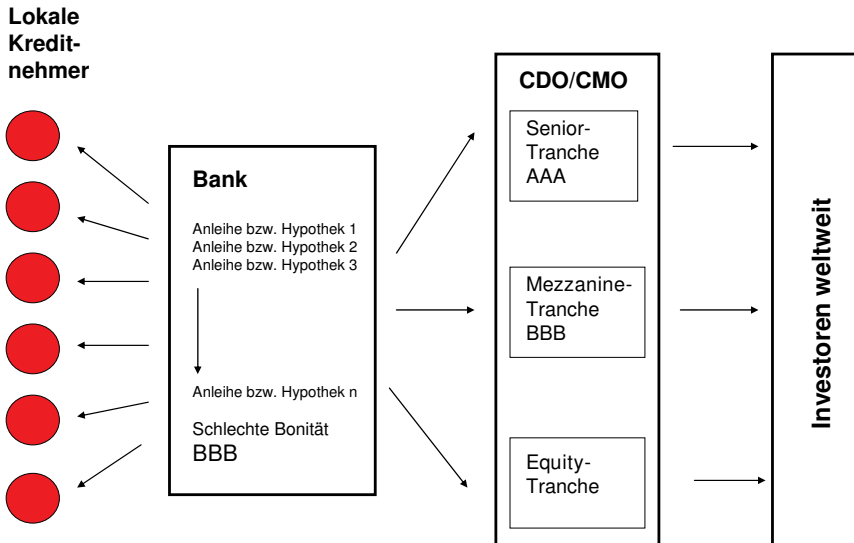


Abb. 3: Grundlegende Verbriefungstechnik

Die strukturierten Wertpapierprodukte wurden weltweit – und somit auch in Deutschland – in großem Umfang nachgefragt. Da die Ertragsraten von sicheren Anleihen aufgrund der über mehrere Jahre hinweg sehr niedrigen Zinsen wenig attraktiv waren, bestand insbesondere für institutionelle Investoren ein großer Anreiz, renditestärkere Anlageformen mit (scheinbar) gleich hohem Risiko zu wählen.<sup>8</sup> Es entwickelte sich ein Herdenverhalten der Investoren, die trotz der intransparenten Verbriefungspraxis diese Papiere in großem Umfang nachfragten. Die Strukturierung war letztlich ausschlaggebend dafür, dass die Risiken von amerikanischen Immobilienkrediten weltweit verteilt wurden und die hohen Kreditbestände im Subprime-Bereich überhaupt in die Hände von institutionellen Investoren geraten konnten, die per Gesetz oder durch ihre eigenen Statuten gehalten sind, nur solche Aktiva zu erwerben, die ein bestimmtes Mindestrating (oftmals AAA) aufweisen. Die übrigen Tranchen wurden oft an renditeorientierte Investoren wie Hedge-Fonds abgesetzt oder blieben bei den Banken. Diese weltweite Streuung der Risiken sah man zunächst als durchaus positiv an, weil das internationale Finanzsystem dadurch eher stabiler erschien.

Seit 2007 häuften sich jedoch die Ausfälle bei den Subprime-Krediten und die Anleger befürchteten zunehmend, dass auch ihre AAA-Tranchen von Verlusten betroffen sein könnten. Hinzu kam eine Verunsicherung aufgrund des Mangels an Information und Transparenz hinsichtlich der Qualität der zugrunde liegenden Portfolios. Viele Investo-

<sup>8</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 98).

ren weigerten sich daher, die vorher so begehrten Papiere oder Fonds, die solche Papiere enthielten, zu kaufen. Als dann Mitte Juni 2007 auch die Ratings dieser Papiere herabgestuft wurden, verschärfte sich dieser Prozess noch weiter, da institutionelle Anleger mit Mindest-Rating-Vorschriften ihre – bonitätsmäßig nicht mehr akzeptablen – Anlagen nun verkaufen mussten. Die Wertpapiere verloren massiv an Wert, und es kam zur Krise.

Hinzu kam, dass Banken ihre Forderungen an Zweckgesellschaften (*conduits*; *structured investment vehicles*) verkauft oder das Risiko durch *credit default swaps* (CDS) transferiert hatten. Hierdurch wurden Eigenkapitalvorschriften im Inland umgangen, um immer neue Kredite vergeben zu können. Nach deutschem Handelsrecht sind Zweckgesellschaften bisher nicht bilanziell zu konsolidieren, so dass sie im Jahresabschluss der Banken weitgehend unsichtbar bleiben. Eine Verschleierung der Risiken und eine günstigere Beschaffung von liquiden Mitteln waren somit möglich.<sup>9</sup> Die langfristigen Aktiva sollten dabei vorrangig durch Geldmarktpapiere finanziert werden; somit sorgten sie dafür, dass die langfristigen US-Hypotheken in sehr kurzfristige Titel (*asset-backed commercial papers*) transformiert wurden. So wies beispielsweise im April 2007 die Zweckgesellschaft Rhineland Funding Capital der IKB ein Volumen von 18,37 Milliarden US\$ auf, die Landesbank Sachsen hielt mit dem Conduit Omond Quay Funding Papiere im Wert von 18,11 Milliarden US\$. Auch die Landesbank Baden-Württemberg und die WestLB verfügten über Zweckgesellschaften mit Bilanzhöhen von jeweils 9,00 beziehungsweise 8,45 Milliarden US\$.<sup>10</sup> Im Gegensatz zu regulierten Banken verfügen diese Quasibanken jedoch nicht über Eigenkapital, sondern werden nur mit Kreditzusagen eines etablierten Kreditinstituts betrieben. Gerät eine Zweckgesellschaft in Zahlungsschwierigkeiten, müssen diese folglich von ihren Betreibern getragen werden.

Neben der amerikanischen Niedrigzinspolitik sowie der intransparenten Verbriefungstechnik werden immer auch die Ratingagenturen für die Krise (mit)verantwortlich gemacht. Ihnen wird vorgeworfen, die Risikoprüfung entlang der Verbriefungskette mit unzureichender Sorgfalt durchgeführt und somit die Ausfallwahrscheinlichkeiten der verschiedenen Tranchen nicht korrekt wiedergegeben zu haben. Interessenkonflikte, mangelhafte Qualität der Bonitätsanalyse und Investorenaufklärung spielen hier eine bedeutende Rolle. Bei der Bewertung verwenden Firmen statistische Modelle, die auf den Ausfallwahrscheinlichkeiten und Korrelationen der Vergangenheit basieren. Bei der Strukturierung besteht das Problem darin, dass Abweichungen von den historischen Werten einen größeren Anpassungsbedarf erfordern als zum Beispiel bei einer traditionellen Unternehmensanleihe. Zudem ist die Bewertung aufgrund von Ausfallwahrscheinlichkeiten, die auf Vergangenheitswerten beruhen, besonders problematisch, da der stark wachsende Markt für strukturierte Produkte eine noch relativ neue Erscheinung ist, für den keine zuverlässigen Werte verfügbar sind.<sup>11</sup> Nach einer langen Phase niedriger Volatilität und geringer Ausfallraten kann dies daher ausschlaggebend für die zu günstige Bewertung sein.

Üblicherweise werden derartige Ratings von den Emittenten in Auftrag gegeben, und auch während des Ratingprozesses besteht eine enge Zusammenarbeit, die häufig als Ansatz für Kritik dient. Angeführt werden eine fehlende Unabhängigkeit in der Bewertung sowie die mehr beratende Funktion der Agenturen. Wird das Geschäftsmodell der Rating-

---

<sup>9</sup> Vgl. Franke und Krahen (2007).

<sup>10</sup> Vgl. o.V. (2007: 3).

<sup>11</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 115).

agenturen genauer betrachtet, so sieht man, dass diese eingeschaltet werden, um die Informationsasymmetrie seitens der Anleger hinsichtlich der Qualität des Finanzkontraktes zu reduzieren. Dabei verfolgt der Emittent das Ziel, für jede Tranche das bestmögliche Rating zu erhalten, um somit den geringsten Spread an die Investoren zahlen zu müssen. Hingegen erwartet der Anleger eine möglichst konservative Bonitätsbeurteilung der einzelnen Tranchen, um eine hohe Rendite auf das investierte Kapital zu erhalten. Die Ratingagentur als Informationsagent kann diesen beiden Erwartungshaltungen nur durch ein Maximum an Neutralität und Transparenz gerecht werden. Die Praxis zeigt jedoch, dass Ratingagenturen lediglich im Auftrag der Emittenten handeln und somit nur als deren Agent und weniger als Agent der Investoren.<sup>12</sup>

### Wirkungen im Bankenbereich

Im Juli 2007 erschienen Meldungen, dass Bear Stearns, eine in Europa weitgehend unbekannt Investmentbank, in Schwierigkeiten geraten war, nachdem drei vom Unternehmen aufgelegte Hedge-Fonds Insolvenz hatten anmelden müssen. Der rasante Anstieg des amerikanischen Leitzinses in den Jahren 2005 und 2006 (Abb. 1) führte zu einem Einbruch auf dem amerikanischen Immobilienmarkt, so dass die Sicherheiten für die Hypothekenkredite an Wert verloren.<sup>13</sup> Bonitätsschwache Schuldner, die variabel verzinsten Darlehen aufgenommen hatten, sahen sich einem Anstieg der monatlichen Tilgungsraten um durchschnittlich 26 Prozent gegenüber. Aufgrund der unzureichenden Kreditwürdigkeitsprüfung der Banken konnten amerikanische Hausbesitzer zunehmend ihre Kredite nicht mehr bedienen. Die eigentliche Funktion von Banken, sich auf die Überwachung und Beurteilung von Kreditnehmern zu spezialisieren, um der asymmetrischen Informationsverteilung entgegenzuwirken, wurde nicht wahrgenommen. Die Verbriefungsmethodik verfolgt nicht mehr das ursprüngliche Modell des *buy and hold*, das allein eine Beziehung zwischen Kreditgeber und Kreditnehmer schafft und in sich schließt, sondern vielmehr das des *originate and distribute*, das durch Weiterreichung einer Forderung an eine Zweckgesellschaft das Beziehungsgeflecht und somit die Komplexität und das Auftreten asymmetrischer Informationen erweitert. Folglich besteht die Gefahr, dass das Monitoring weniger sorgfältig ausgeführt wird, da die Bank zwischen möglichst großen Erträgen aus dem Vertrieb von Krediten und einer umfassenden Beurteilung der Kreditnehmer abwägen muss.<sup>14</sup>

Diese Entwicklungen führten zunächst zu einer *Liquiditätskrise* innerhalb der Kreditwirtschaft: Durch sinkendes Vertrauen in die Qualität der Kredite waren zahlreiche Fonds nicht mehr in der Lage, für die auslaufenden Papiere eine Refinanzierung zu finden beziehungsweise diese zu veräußern. Der resultierende Preiseinbruch führte zu Verlusten, teils aufgrund des Verkaufs der Anleihen zu geringerem Wert, teils aufgrund von Buchverlusten. Zudem war die Liquidität der Zweckgesellschaften durch Kreditzusagen von Banken abgesichert, so dass die Kreditwürdigkeit zahlreicher Finanzinstitute erheblich in Gefahr geriet.<sup>15</sup> Folglich nahm die Bereitschaft der Banken, einander Geld zu leihen, aufgrund des Vertrauensverlustes immer weiter ab. Der Zusammenbruch des Interbankenmarktes,

<sup>12</sup> Vgl. Morkötter und Westerfeld (2008: 23 ff.).

<sup>13</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2007: 99).

<sup>14</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2008: 125 ff.).

<sup>15</sup> Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2008: 144 ff.).

an dem eine Vielzahl von Banken normalerweise weltweit kurzfristig (in der Regel „über Nacht“) Liquidität in nationaler Währung (zum Beispiel Euro) oder auch in Fremdwährungen austauscht, war die Folge.

Stattdessen stiegen die Einlagen der Finanzinstitutionen bei der Europäischen Zentralbank drastisch an (Abb. 4). Diese übernahm daraufhin eine ihr unter normalen Umständen fremde Funktion des Kreditmittlers und erhohnte damit ihren Forderungsbestand gegenüber Banken. Der eigentliche Zweck dieser Interaktionen, nämlich die Kreditvergabe durch Banken an Kunden, wurde jedoch nicht erreicht. Vielmehr investierten Banken in vielen Fällen das günstig bei der Notenbank aufgenommene Geld in hoherverzinsliche und sicherere Staatsanleihen. Abbildung 4 zeigt aber auch, dass sich die Situation am Interbankenmarkt im Eurowährungsgebiet während des zweiten Quartals des Jahres 2009 deutlich entspannt hat. Neben diesen Problemen am „nationalen“ Interbankenmarkt kam aber auch der internationale Austausch von Liquidität in Fremdwährungen weitgehend zum Erliegen.

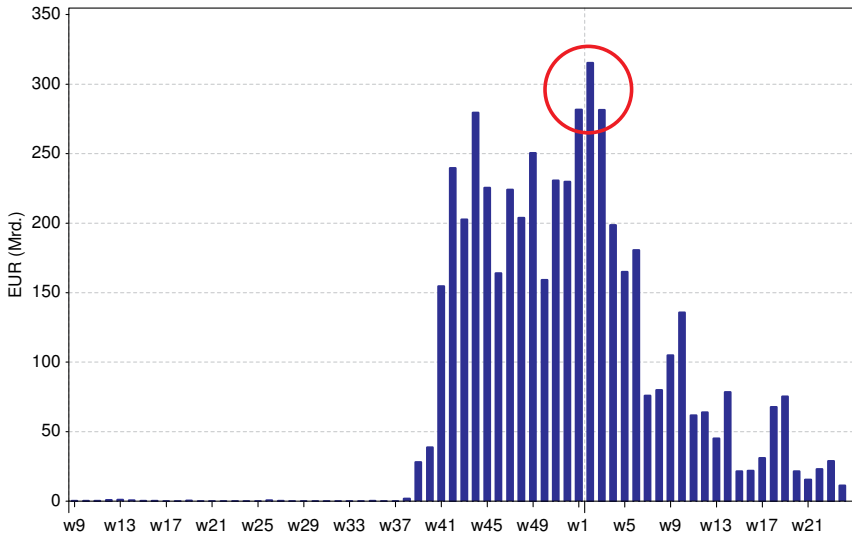


Abb. 4: Einlagen von Geschäftsbanken bei der Europäischen Zentralbank; Quelle: Reuters EcoWin

Durch vermehrte Abschreibungen und Wertberichtigungen stiegen in der Folge die Verluste der Finanzinstitute, die zunächst das freie, anschließend jedoch auch das regulatorische Eigenkapital aufzehrten. Die Banken sahen sich daher in dieser zweiten Phase erheblichen *Solvenzproblemen* gegenüber, und eine Vielzahl von (drohenden) Insolvenzen war die Konsequenz.

Die nächsten Schwierigkeiten zeichnen sich aber bereits ab. Eine verteuerte Refinanzierung am Kapitalmarkt sowie – konjunkturell bedingt – eine Verschlechterung der Kreditqualität und die sinkende Nachfrage nach Krediten werden den Banken vermutlich in den nächsten Monaten zusätzliche *Ertragsprobleme* bereiten.

## Realwirtschaftliche Wirkungen

Mittlerweile hat sich die anfänglich auf die USA begrenzte Finanzkrise zu einer allgemeinen und globalen Wirtschaftskrise ausgeweitet. Nachdem der konjunkturelle Einbruch wiederum zunächst die USA traf, sprang dieser negative Funke auf immer mehr Länder über. So gehen die führenden Wirtschaftsforschungsinstitute in ihrem Frühjahrgutachten für die Bundesrepublik Deutschland davon aus, dass das Wirtschaftswachstum ( $BIP_{real}$ ) im Durchschnitt des Jahres 2009 um sechs Prozent und im Jahre 2010 immer noch um 0,5 Prozent zurückgehen wird. Damit setzt sich der Trend der letzten Monate fort, die Konjunkturprognosen immer weiter nach unten zu revidieren.

Das „Überschwappen“ der Finanzkrise auf den realwirtschaftlichen Bereich der USA ist wahrscheinlich durch die enge Verzahnung von Wohnungsbau und konjunktureller Dynamik zu erklären. Eine Untersuchung des Internationalen Währungsfonds (2008) zeigt, dass im Durchschnitt rund 22 Prozent der amerikanischen Konjunktorentwicklung in den zurückliegenden Jahren (1983 bis 2007) durch die Veränderungen im Wohnungsbau erklärt werden können. Die USA weisen damit den höchsten Wert aller Industrieländer auf, der auch weit über demjenigen Deutschlands (1,5 Prozent) liegt. Somit verwundert es nicht, dass sich die anfängliche Immobilien- und Finanzkrise dort auch schnell zu einem allgemeinen Wirtschaftsabschwung entwickelte.

Übertragen wurden diese negativen Entwicklungen in den USA auf andere Länder über verschiedene Kanäle, die in Abbildung 5 zusammengefasst sind. Für die Bundesrepublik Deutschland ist dabei der Rückgang der Nettoexporte (Exporte minus Importe) von besonderer Bedeutung. So zeigt Abbildung 6, dass es in erster Linie die Nettoexporte sind, die zum Rückgang des realen Bruttoinlandsproduktes beitragen; ganz im Gegensatz zu früheren konjunkturellen Abschwungphasen. So sieht man, dass etwa in den Jahren 2004 und 2005 gerade der Export ein weiteres Absinken des realen Bruttoinlandsproduktes verhindert hat – der Export also die Konjunktur gestützt hat. Nun trifft es hingegen die Bundesrepublik Deutschland als stark außenhandelsabhängige Nation besonders schwer, dass die Konjunktur und damit die Nachfrage weltweit einbrechen. Die Welthandelsorganisation (WTO) prognostiziert, dass das globale Handelsvolumen in diesem Jahr um neun Prozent einbrechen wird. Das Exportvolumen der Industrienationen wird dabei voraussichtlich um zehn Prozent, das der Entwicklungs- und Schwellenländer um zwei bis drei Prozent abnehmen.<sup>16</sup>

Ferner zeigt Abbildung 6, dass neben der staatlichen Nachfrage – getrieben von immer neuen und umfangreicheren Konjunkturprogrammen – nur die anwachsenden Lagerbestände im Moment noch das Bruttoinlandsprodukt positiv beeinflussen. Der private Konsum und die Investitionen gehen ebenfalls zurück. Die Investitionen haben dabei wahrscheinlich in erster Linie auf den dramatischen und anhaltenden Rückgang der Exporte und die negativen Zukunftserwartungen reagiert.

Die verhaltene Konsumnachfrage hat sich jedoch seit Beginn des Jahres 2008 kaum verändert. Ein Grund dafür könnte die gegenwärtig immer noch recht gute Situation am deutschen Arbeitsmarkt sein. Die Zahl der Beschäftigten stagniert im Moment auf hohem Niveau und auch die Arbeitslosenquote ist noch vergleichsweise niedrig – allerdings nun mit einem Trend nach oben. Ein Teil derjenigen Beschäftigten, die gegenwärtig „nur“

---

<sup>16</sup> Vgl. Welthandelsorganisation (2009).



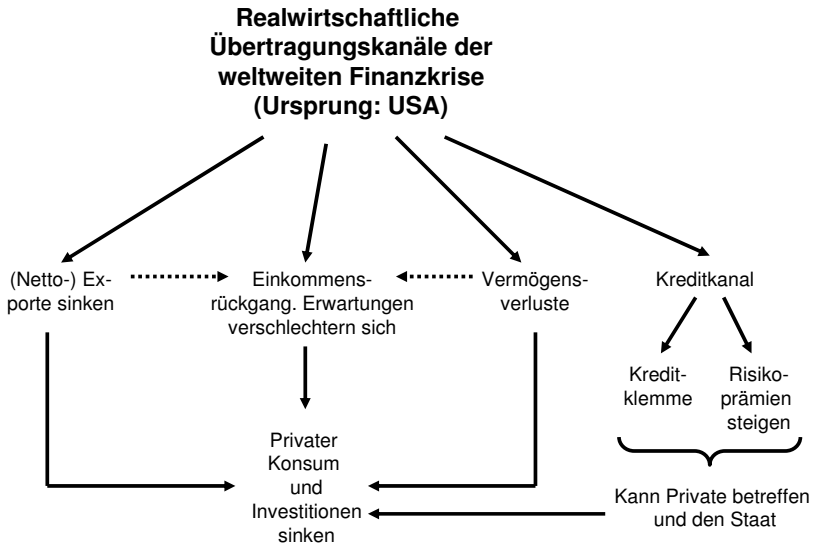


Abb. 5: Realwirtschaftliche Transmission

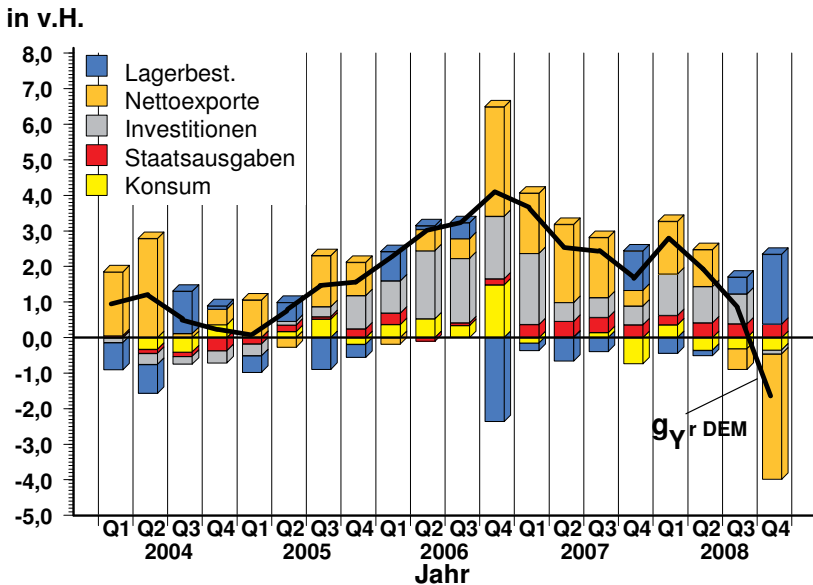


Abb. 6: Beiträge zum realen Bruttoinlandsprodukt (Deutschland)

kurzarbeiten, wird aber im weiteren Verlauf des Jahres möglicherweise arbeitslos werden. Man muss daher befürchten, dass die negativen Multiplikatoreffekte der sinkenden Nettoexporte sowie die daraus resultierende höhere Arbeitslosigkeit den Konsum in den nächsten Monaten sinken lassen werden. Verstärkt werden könnte dieser Trend durch (weitere) Vermögensverluste der Wirtschaftssubjekte. Typische vorauslaufende Konjunkturindikatoren weisen gegenwärtig kein einheitliches Entwicklungsmuster auf. So scheint sich der IFO-Geschäftsklimaindex auf niedrigem Niveau stabilisiert zu haben. Die letzten Veränderungen zeigen sogar eine leichte Trendumkehr. Abbildung 7 veranschaulicht dabei zugleich die hohe Prognosequalität des IFO-Geschäftsklimaindexes für die künftige konjunkturelle Entwicklung, gemessen an der Veränderung des realen Bruttoinlandsproduktes (BIP). Auch positiv hat sich in der jüngsten Vergangenheit der deutsche Aktienindex (DAX) entwickelt, in dem ebenfalls die Erwartungen der Wirtschaftssubjekte zum Ausdruck kommen. Einen weiterhin negativen Trend weisen hingegen die Auftragsengänge im verarbeitenden Gewerbe der Bundesrepublik Deutschland auf, was möglicherweise in engem Zusammenhang mit den vorher erwähnten starken Exportrückgängen steht.

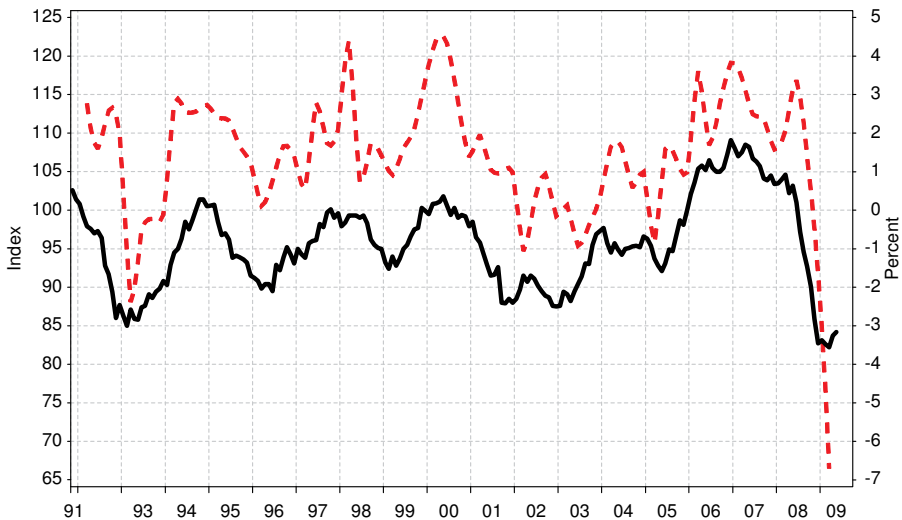


Abb. 7: Geschäftsklimaindex und Bruttoinlandsprodukt

Einen weiteren Übertragungskanal sieht man in einer rückläufigen Kreditvergabe der Banken an Unternehmen, die dann aufgrund einer so genannten Kreditklemme ihre Investitionen nicht mehr finanzieren können. Die Diagnose einer solchen Kreditklemme ist jedoch ausgesprochen schwierig. Nicht nur die mangelnde Bereitschaft oder Fähigkeit von Banken, Kredite zu vergeben, führt zu einem Rückgang des Kreditvolumens an Unternehmen, sondern zum Beispiel auch ein konjunkturbedingter Nachfragerückgang von Seiten der Unternehmen. Diese beiden Fälle versucht man auseinanderzuhalten, indem man neben dem Kreditvolumen auch die Zinsentwicklung berücksichtigt. Kommt es nämlich bei einem Angebotsrückgang zu steigenden Zinsen, erwartet man bei einem Nachfragerückgang sinkende Zinsen. Die Angebotsreaktion könnte jedoch auch durch die expansiven

geldpolitischen Maßnahmen in den vergangenen Monaten überlagert werden, die in einer Rechtsverschiebung der Kreditangebotskurve zum Ausdruck kommen. Eine Reduktion des Kreditvolumens lässt sich gegenwärtig allerdings – wenn überhaupt – eher durch höhere Risikoprämien, die ebenfalls die Kreditangebotskurve nach links oben verschieben, als durch die Unfähigkeit beziehungsweise Unwilligkeit der Banken zur Kreditvergabe erklären.

Bis Ende 2008 war in Deutschland – im Gegensatz allerdings zu anderen europäischen Ländern – noch kein Rückgang der Kreditvergabe zu verzeichnen. So zeigt Abbildung 8 immer noch einen Kreditanstieg um 5,8 Prozent. Innerhalb der Institutsgruppen hat sich die Kreditvergabe jedoch unterschiedlich entwickelt, so dass insbesondere bei den Großbanken Kreditprobleme nicht auszuschließen sind. Gerade hier sind es aber eher steigende Risikoprämien und dadurch bedingte Kreditkosten als fehlende Kreditmöglichkeiten, die zu dieser Entwicklung geführt haben.

Alle Banken	Großbanken	Sparkassen und Landesbanken	Kreditgenossenschaften und Gen.-Zentralen
+ 5,8	- 0,9	+ 5,1	+ 5,9

Abb. 8: Buchkredite an inländische Unternehmen und Selbständige in Deutschland, Ende 2008 (Veränderungen in Prozent gegenüber dem Vorjahr); Quelle: Deutsche Bundesbank, Bankenstatistik

## Maßnahmen zur Krisenbekämpfung

Während zu Beginn der Krise zunächst Einzelmaßnahmen von Notenbanken und Regierungen ergriffen wurden, lässt sich seit der Lehman-Pleite ein weitgehend abgestimmtes Vorgehen beobachten. Diese Maßnahmen sollen im Folgenden zu den Bereichen „geldpolitische Reaktionen“, „staatliche Hilfsprogramme“ und „Stabilisierung des Bankensektors“ zusammengefasst werden.

### Geldpolitische Reaktionen

Bereits Anfang 2008 kam es zur zinspolitischen Wende in den USA, in deren Folge der Leitzins von der Fed bis auf nahezu null Prozent gesenkt wurde. Großbritannien folgte dieser Politik mit geringem zeitlichem Abstand. Im Gegensatz dazu erhöhte die Europäische Zentralbank (EZB) noch am 3. Juli 2008 ihren Leitzins, da die Finanzkrise aus ihrer Sicht überwunden schien und nun Inflationsgefahren für das Eurowährungsgebiet eine größere Bedeutung bei ihrer Entscheidungsfindung einnahmen. Doch bereits drei Monate später schloss sich die EZB vor dem Hintergrund der Lehman-Pleite und den damit verbundenen Wirkungen im Bankensystem den allgemeinen Leitzinssenkungen an. Als Reaktion auf den weitgehenden Zusammenbruch des Interbankenmarktes ging die EZB ferner dazu über, ihre Wertpapierpensionsgeschäfte in Form von Mengentendern und nicht mehr als Zinstender durchzuführen. Dies hat zur Konsequenz, dass sich die Banken in jedem beliebigen Umfang zu dem jeweils geltenden Leitzins bei der EZB refinanzieren können. Darüber hinaus reduzierte die EZB die Anforderungen an diejenigen Wertpapiere, die von

den Banken als Sicherheit im Zusammenhang mit der Refinanzierung bei ihr hinterlegt werden müssen. Ab dem 23. Juni 2009 will die EZB den Banken zudem im Rahmen ihrer Wertpapierpensionsgeschäfte erstmals Refinanzierungsmittel für die Dauer von einem Jahr bereitstellen. Damit werden die bisherigen Zeiträume von einer Woche, einem, drei und sechs Monaten deutlich ausgeweitet. Ziel dieser Maßnahme ist es, auch über diesen Kanal einen gewichtigeren Einfluss auf die Zinsentwicklung im längerfristigen Bereich auszuüben.

Um auch den internationalen Austausch von Liquidität weiterhin zu gewährleisten, schließen die Notenbanken weltweit untereinander Devisenwapgeschäfte ab, in denen benötigte Währungen bereitgestellt und dann an nationale Banken weitergegeben werden. Dabei handelt es sich um Geschäfte, bei denen eine Notenbank einer anderen sofort Devisen zur Verfügung stellt (Kassageschäft) und gleichzeitig der Rückkauf zu einem festen Termin und Kurs vereinbart wird (Termingeschäft). Der gegenseitige Austausch zweier Währungen für einen bestimmten Zeitraum wird durch das Swapgeschäft vor Verlusten geschützt, die etwa durch Kursschwankungen eintreten können.

Sinken die Leitzinsen jedoch auf oder nahe null Prozent, so bedarf es alternativer geldpolitischer Maßnahmen. Im Rahmen der Offenmarktpolitik bedeutet dies den Übergang von den bisher üblichen Wertpapierpensionsgeschäften, die den Kreditspielraum der Geschäftsbanken beeinflussen, zu Wertpapiergeschäften (auch) mit privaten Wirtschaftssubjekten und institutionellen Anlegern (Nichtbanken). Auf diese Weise kann man die Geschäftsbanken – möglicherweise, um eine befürchtete Kreditklemme auszuschließen – umgehen und versuchen, die Liquidität (im privaten Bereich) unmittelbar zu beeinflussen. Deshalb spricht man auch von „quantitativer Lockerung“ der Geldpolitik. Offenmarktgeschäfte können dabei mit einer Vielzahl von Wertpapieren durchgeführt werden, die sowohl dem Geld- als auch dem Kapitalmarkt zuzuordnen sind. Notenbankinterventionen am Kapitalmarkt mit dem primären Ziel der Finanzierung des öffentlichen Kreditbedarfs sind allerdings in der Währungsunion ausgeschlossen. Bei einem solchen unmittelbaren Erwerb von Staatsschuldtiteln handelt es sich nämlich nicht um ein Offenmarktgeschäft, sondern um eine Kreditgewährung an den Staat.<sup>17</sup> Eine Sonderstellung nehmen in diesem Zusammenhang Pfandbriefe ein, die üblicherweise von Banken begeben werden. Gerade bei einem unmittelbaren Ankauf durch die EZB würde sich daher wenig an der bisherigen Geldpolitik in Form der Liquiditätssteuerung des Geschäftsbankensektors ändern. Sollte sich die EZB jedoch dazu entschließen, statt der geplanten Pfandbriefe am offenen Markt zu einem späteren Zeitpunkt auch Staatsschuld-papiere anzukaufen, würde dies sicherlich eine gefährliche Nähe zu einer unmittelbaren Finanzierung der Staatsschuld aufweisen.

Sowohl die Leitzinssenkungen als auch die (unkonventionellen) Offenmarktoperationen mit Nichtbanken bedeuten eine (zum Teil erhebliche) Liquiditätsausweitung in den betroffenen Ländern. Die damit verbundenen inflationären Gefahren sind aber bei traditionellen Wertpapierpensionsgeschäften vermeintlich geringer, da die eher kurzfristig bereitgestellte Liquidität im Falle des Aufschwungs möglicherweise schneller wieder vom Markt genommen werden kann. Dies ist aber sowohl bei längerfristigen Wertpapierpensionsgeschäften, deren Anteil zugenommen hat, als auch bei längerfristigen Offenmarktoperationen (am Kapitalmarkt), wie sie jetzt von allen Notenbanken zunehmend durchgeführt werden, deut-

---

<sup>17</sup> Vgl.  $\Delta M$  in Abbildung 9.

lich schwieriger.<sup>18</sup> Darüber hinaus steht zu befürchten, dass alle beteiligten Notenbanken in der Aufschwungphase sehr lange warten werden, bis man die geldpolitischen Zügel wieder anzieht – denn keine der beteiligten Notenbanken wird sich vorwerfen lassen wollen, den Aufschwung frühzeitig wieder abgewürgt zu haben. Abschließend scheint allerdings bedenkenswert, dass alle Notenbanken gegenwärtig die Krise mit genau der (expansiven) Geldpolitik zu bekämpfen versuchen, die zumindest eine Ursache für den Ausbruch der Finanzkrise selbst war.

Die stark expansive Geldpolitik wird aber nicht nur mit dem extremen Konjunkturreinbruch in vielen Ländern begründet, sondern auch mit einer – angeblich – drohenden Deflation. Als Deflation bezeichnet man jedoch nicht den Rückgang positiver, sondern nur die Situation *negativer* Inflationsraten. Gegenwärtig beträgt die Inflationsrate in Deutschland 0,7 und im Eurowährungsgebiet 0,65 Prozent. Betrachtet man hingegen – was gerne bei steigenden Inflationsraten gemacht wird – die um Energiepreise bereinigte Kerninflationsrate für das Eurowährungsgebiet, so liegt diese bei etwa 1,6 Prozent und ist damit noch deutlich entfernt von negativen Werten. Die Gefahr einer Deflation sieht man insbesondere darin, dass bei der Erwartung (weiter) sinkender Preise die Kaufentscheidungen von Haushalten und Unternehmen in die Zukunft verlagert werden und damit die gegenwärtige Krise noch verschärft wird. Hinzu kommt, dass Nominallöhne häufig nach unten inflexibel sind, so dass mit einer Deflation ein Anstieg der Reallöhne und damit eine zunehmende Belastung der Unternehmen verbunden sind. Ähnliches gilt für den Realwert der Verschuldung bei Privaten und beim Staat. Wenn man den Leitzins nicht unter null Prozent senkt, impliziert eine Deflation ferner einen Anstieg der realen Leitzinsen. Doch selbst wenn es in den nächsten Monaten zu leicht negativen (unbereinigten) Inflationsraten kommen sollte, scheint gegenwärtig die längerfristige Inflationsgefahr größer als die kurzfristige Deflationsgefahr.

### **Staatliche Hilfsprogramme**

Zur Überwindung der realwirtschaftlichen Krise wurden in Deutschland – wie auch in vielen anderen Ländern – umfangreiche Konjunkturpakete beschlossen, und zwar im November 2008 das Konjunkturpaket I und im Februar 2009 das Konjunkturpaket II mit einem Gesamtumfang von 107 Milliarden €. Diese Konjunkturprogramme entspringen alle der keynesianischen Stabilisierungsphilosophie, die davon ausgeht, dass der Staat mangelnde private Nachfrage durch erhöhte eigene Nachfrage ausgleichen soll, um den konjunkturellen Abschwung zu begrenzen und umzukehren. Im Mittelpunkt stehen dabei unmittelbare staatliche Ausgaben und Transfers beziehungsweise Subventionen, die an private Ausgaben geknüpft sind. Ein Beispiel hierfür ist die Umwelt- beziehungsweise umgangssprachlich Abwrackprämie für Automobile. Eher skeptisch steht man hingegen Steuersenkungen gegenüber, da man befürchtet, dass ein dadurch bedingter Anstieg des verfügbaren Einkommens nicht in den Konsum fließt, sondern gespart wird („Angstsparen“). Diese Diskussion wurde und wird auch in Deutschland geführt.

Ohne auf alle bisher ergriffenen Maßnahmen im Einzelnen einzugehen, sollen doch am Beispiel der Abwrackprämie einige typische Probleme einer solchen Politik erläu-

<sup>18</sup> Zu weiteren Problemen von Offenmarktoperationen am Kapitalmarkt und gegenüber Nichtbanken siehe etwa: Issing (2006: 89 ff.).

tert werden: Die Abwrackprämie ist ein schnell wirkendes Instrument, dessen Wirkung aber nach dem Auslaufen auch genauso schnell wieder verpuffen wird. Die längerfristigen Wirkungen sind sehr begrenzt, auch wenn man die Zahlung nun bis zur Auszahlung des erhöhten Gesamtbetrags von fünf Milliarden € verlängert hat. Man muss befürchten, dass die deutsche Automobilindustrie spätestens zu Beginn des Jahres 2010 in eine noch größere Krise gerät, weil die Nachfrage dann – ohne Abwrackprämie – drastisch zurückgehen wird. Ferner wird es in vielen Fällen zu Mitnahmeeffekten durch vorgezogene Autokäufe gekommen sein. Des Weiteren führt dieses Instrument auch zu strukturellen Veränderungen innerhalb der Branche. So sind die Hersteller von Kleinwagen deutlich im Vorteil gegenüber Audi, BMW und Mercedes Benz, die ihre (vergleichsweise teuren) Fahrzeuge in erheblichem Umfang an gewerbliche Kunden verkaufen. Die höchsten Zuwächse hatten in den vergangenen fünf Monaten Hyundai (145,5 Prozent), Fiat (112,8 Prozent) und Suzuki (76,1 Prozent) zu verzeichnen.<sup>19</sup>

Stützungsmaßnahmen für eine bestimmte Branche führen darüber hinaus dazu, dass andere Branchen im Verhältnis benachteiligt werden und zusätzliche Begehrlichkeiten auftreten. Folgewirkungen der Abwrackprämie waren zudem, dass der Preis für Schrott drastisch zurückging sowie zu Einnahmeeinbußen in diesem Bereich führte und der Gebrauchtwagenmarkt – zumindest für Kleinwagen – aufgrund des impliziten Mindestpreises in Höhe der Abwrackprämie von 2.500 € in den unteren Segmenten weitgehend zum Erliegen kam. Im Gegensatz zu solchen kurzfristig wirkenden Maßnahmen enthalten die deutschen Konjunkturpakete nur im begrenzten Umfang längerfristig wirksame und volkswirtschaftlich sinnvollere (Infrastruktur-)Investitionen und deren Unterstützung. Grund hierfür ist wohl die in vielen Fällen vorherrschende „Torschlusspanik“ bezogen sowohl auf die konjunkturelle Entwicklung als auch auf die Bundestagswahl im Herbst 2009.

Neben den Nachfragewirkungen dieser Konjunkturpakete sind aber die Finanzierungswirkungen von besonderem Interesse. Umfangreiche Ausgabenprogramme und konjunkturbedingte Steuermindereinnahmen führen zweifelsfrei zu explodierenden Staatsdefiziten in der Zukunft (siehe hierzu auch Abb. 10). So gehen die aktuellen Berechnungen (Mai 2009) des unabhängigen Steuerschätzerkreises davon aus, dass es allein 2009 zu Steuermindereinnahmen bei Bund, Ländern und Kommunen in Höhe von 45 Milliarden € gegenüber der letzten Schätzung im November 2008 kommen wird. Bis 2013 werden Steuerausfälle in Höhe von 316 Milliarden € erwartet. Die daraus resultierenden Finanzierungswirkungen sollen mit Hilfe der in Abbildung 9 wiedergegebenen staatlichen Budgetrestriktion erläutert werden.

Die linke Seite der staatlichen Budgetrestriktion zeigt zunächst das Budgetdefizit oder den Budgetüberschuss. Die gesamten Staatsausgaben ergeben sich dabei aus den Ausgaben im engeren Sinne (G) und den Zinszahlungen (iW), die wiederum abhängen vom (durchschnittlichen) Zinssatz (i) und dem Schuldenstand (W). Dem stehen die gesamten Einnahmen des Staates (E) gegenüber. Ergibt sich daraus ein positiver Saldo, das heißt ein Budgetdefizit, dann gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten zu dessen Finanzierung: Der Staat kann sich weiter (neu) am Kreditmarkt verschulden ( $\Delta W$ ), indem er zusätzliche Staatsschuld-papiere an Private verkauft, oder er kann Kredite unmittelbar und auf eigene Initiative bei der Notenbank aufnehmen ( $\Delta M$ ), wodurch die Geldmenge ausgeweitet wird.

<sup>19</sup> Zu den Zahlenangaben siehe *Die Zeit*, 10. Juni 2009, 31.

$$\underbrace{G - E + iW}_{\substack{\text{Primär-} \\ \text{Ungleichgewicht} \\ \text{Haushalts-Defizit/Überschuss}}} = \Delta W + \cancel{\Delta M}$$

Im Inland  
 Im Ausland (Verteuert sich bei Abwertung der heimischen Währung!)

Abb. 9: Staatliche Budgetrestriktion

Diese Möglichkeit ist in der Währungsunion ausgeschlossen, weil gerade in Deutschland über diesen Kanal nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg Hyperinflationen ausgelöst wurden.

Lassen nun die umfangreichen Konjunkturprogramme und möglicherweise einzulösende Bürgschaften  $G$  steigen, während aufgrund des Konjunktoreinbruchs zugleich  $E$  sinkt, stellt sich die Frage nach den Finanzierungsfolgen eines so ausgelösten Budgetdefizits. Kurzfristig bleibt für die Mitglieder des Eurowährungsgebiets nur eine (erhöhte) Neuverschuldung ( $\Delta W$ ) zur Deckung des Fehlbetrags. Dabei ist gegenwärtig durch die weltweit stark expansive Geldpolitik wohl nicht damit zu rechnen, dass die Zinsen aufgrund der erhöhten Kreditnachfrage (absolut gesehen) steigen werden. Bereits zu beobachten ist allerdings, dass stark verschuldete Länder wie etwa Irland, Griechenland, Italien und Spanien einen höheren Risikozuschlag und damit einen individuell höheren Zins zahlen müssen, weil das Ausfallrisiko höher eingeschätzt wird. Die daraus für diese Länder resultierenden Liquiditätsrisiken versucht man nun durch (freiwillige) Kredit- und Bürgschaftszusagen anderer Mitgliedsländer des Eurowährungsgebiets auszuschließen, obgleich gemäß Artikel 103 EGV (No-bail-out-Klausel) kein Mitgliedsland *verpflichtet* ist, für die Staatsschulden eines anderen Mitgliedslandes einzustehen.

Darüber hinaus werden im Laufe des Jahres 2009 voraussichtlich 13 von den 16 EWU-Staaten zu Defizitsündern. Abbildung 10 gibt einen Überblick über die von der EU-Kommission geschätzten Defizit- und Schuldenquoten für die Jahre 2009 und 2010. Das voraussichtliche Defizit wird dabei in Deutschland 2010 höher liegen als etwa in Italien und Griechenland – Länder, bei denen man in den vergangenen Monaten bereits einen Staatsbankrott befürchtete. Abbildung 10 zeigt ferner, dass die entsprechenden Quoten außereuropäischer Länder zum Teil noch deutlich höher liegen werden. Zwar ist damit zu rechnen, dass die Kommission in den nächsten Monaten Verfahren wegen eines übermäßigen Defizits eröffnen wird. Zugleich ist aber nicht zu erwarten, dass die betroffenen Länder zu einer kurzfristigen Anpassung gezwungen oder gar mit Sanktionen (gilt nur für Mitglieder der Währungsunion) belegt werden. Man wird die gegenwärtige Krise vielmehr als ein „außergewöhnliches Ereignis“ interpretieren, das eine entsprechend lange Anpassungszeit erfordert und rechtfertigt. Diese „Flexibilität“ ist im Rahmen der Neuordnung des Stabilitätspaktes 2005 geschaffen worden. Möglicherweise wird es auch zu individuellen Regelungen für die betroffenen Länder kommen. Längerfristig sind die Rückführung der Neuverschuldung und insbesondere der Abbau des Schuldenstandes auch bei

aufschwungbedingten Steuermehreinnahmen aber wohl nur durch parallele Steuersatzerhöhungen und/oder den Verkauf von Vermögenswerten des Staates („Tafelsilber“) wie etwa die deutschen Autobahnen oder staatliche Anteile an (rentablen) Unternehmen zu bewältigen. Solange das Geldmengenventil – im Einklang mit den herrschenden Rahmenbedingungen in der Währungsunion – nicht geöffnet wird, gehen von der zunehmenden Neuverschuldung allerdings keine (unmittelbaren) inflationären Impulse aus.

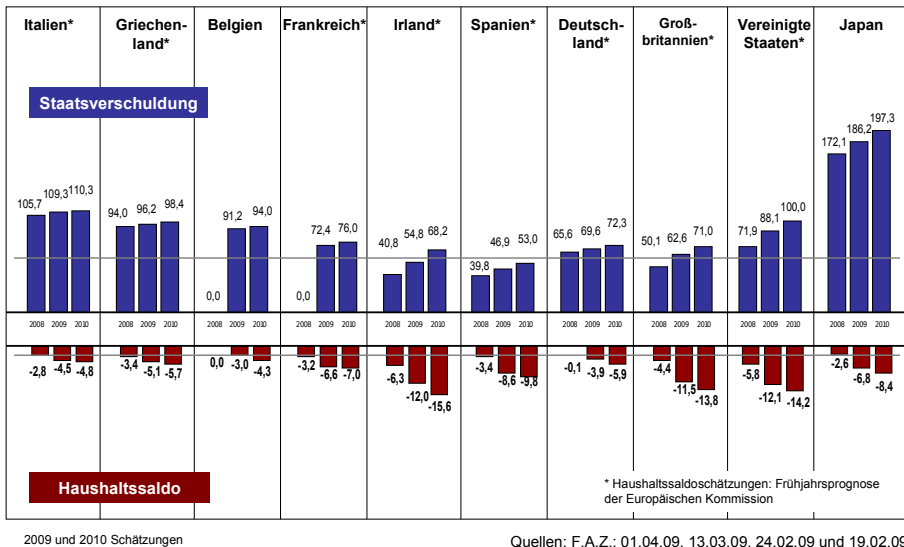


Abb. 10: Staatsverschuldung und Haushaltssaldo (in Prozent des Bruttoinlandsproduktes)

Neben den zuvor erläuterten gesamtwirtschaftlich oder branchenmäßig ausgerichteten Hilfsprogrammen reagiert der Staat aber zunehmend auch auf die Probleme einzelner Unternehmen. Dies geschieht insbesondere in Form staatlicher Bürgschaften und Kredite, wie sie etwa von Opel, Schaeffler (Continental) oder Arcandor (Karstadt) gefordert wurden beziehungsweise werden. Die „Einladung“ für entsprechende Ansinnen wurde im Konjunkturpaket II in Form des „Wirtschaftsfonds Deutschland“ geschaffen. Der „Lenkungsausschuss Unternehmensfinanzierung“, der für die Vergabe ab einer bestimmten Größenordnung und bei Fällen von grundsätzlicher Bedeutung zuständig ist, erteilte auf seiner Sitzung am 20. Mai 2009 der Heidelberger Druckmaschinen AG und den Wadan-Werften in Rostock und Wismar Zusagen für die beantragten Staatshilfen. Zwei weitere Anträge, unter anderem von Porsche, wurden (zunächst) zurückgewiesen. Voraussetzungen für die Inanspruchnahme staatlicher Hilfen sind, dass das Vorhaben „volkswirtschaftlich förderungswürdig“, das „Unternehmenskonzept wirtschaftlich tragfähig“ und das Vorhaben „nicht anderweitig finanzierbar“ ist: Das betroffene Unternehmen darf nicht bereits vor dem 1. Juli 2008 wirtschaftliche Probleme gehabt haben, die Finanzkrise muss als Ursache der aktuellen Probleme eindeutig feststehen und es muss eine Überlebensperspektive bestehen.



Bei Unternehmen wie Opel, Schaeffler, Arcandor oder auch Porsche wurden die Probleme hingegen bestenfalls durch die Finanzkrise verstärkt, auf keinen Fall aber verursacht. Bei diesen Unternehmen ist unternehmerisches Fehlverhalten (mangelnde Anpassung an Marktentwicklungen, Übernahmespekulationen) der eindeutige und entscheidende Grund für die Probleme. Wenn aber die Voraussetzungen für Hilfen aus dem Wirtschaftsfonds Deutschland objektiv nicht vorliegen oder nicht einmal die Politik gewillt ist, die Entwicklung im Sinne des Hilfe suchenden Unternehmens zu „interpretieren“, dann bleibt nur noch die Drohung mit dem Wegfall Tausender Arbeitsplätze – ein Argument, das gerade im Vorfeld von Bundestagswahlen seine Wirkung auf Politiker selten verfehlt. Dabei wird verdrängt, dass bei unternehmerischem Fehlverhalten zunächst einmal die Eigentümer für die entsprechenden Konsequenzen haften sollten. Entschließt sich der Staat gleichwohl zur Hilfestellung, dann übernimmt er das Ausfallrisiko, denn staatliche Finanzhilfe garantiert keineswegs das längerfristige Überleben entsprechender Unternehmen. Ein anschauliches Beispiel dafür liefern die Wadan-Werften. Nachdem am 20. Mai 2009 Kredite aus dem Wirtschaftsfonds Deutschland zugesagt und auch (zumindest teilweise) ausgezahlt worden waren, folgte bereits Anfang Juni die Insolvenz. Es besteht somit die große Gefahr, dass auf diese Weise Unternehmen und wirtschaftliche Strukturen künstlich am Leben erhalten werden, die ohne diese Hilfen keine Chance am Markt hätten. So war eigentlich seit langem bekannt, dass der Standort Deutschland keine komparativen Kostenvorteile (mehr) im Bereich Werften aufzuweisen hat. Können Kredite aber nicht zurückgezahlt werden oder müssen Bürgschaften eingelöst werden, kommt es zu den weiter oben bereits beschriebenen Wirkungen auf den Staatshaushalt und zu einer Kollektivhaftung der Steuerzahler. Ferner kann eine solche staatliche Subventionierung einzelner Unternehmen eine ungerechtfertigte Wettbewerbsverzerrung gegenüber anderen Marktteilnehmern bedeuten. Wenn die Zahl der Mitarbeiter über Insolvenzen entscheidet, also das Prinzip „*too big to fail*“ greift, kommt es ferner zu Verzerrungen in der Wirtschaftsstruktur – nämlich zu Gunsten von Großunternehmen und zu Lasten kleiner und mittlerer Unternehmen.

### **Stabilisierung des Bankensektors**

Die Fähigkeit des Finanzsystems, seine zentralen Funktionen in einer Volkswirtschaft, wie die Allokation von Finanzmitteln und Risiken sowie die Abwicklung von Zahlungen und Wertpapiertransaktionen auch bei Schocks, in Stresssituationen oder strukturellen Umbruchphasen effizient zu erfüllen, ist durch die Auswirkungen der Finanzkrise aktuell eingeschränkt. Die zunehmende Notwendigkeit einer staatlichen Bankenregulierung und -stützung wird somit deutlich. Um das Vertrauen zwischen den Institutionen und sonstigen Marktteilnehmern wiederherzustellen und somit negative Auswirkungen auf die Realwirtschaft zu vermeiden, wurde im Oktober 2008 das Finanzmarktstabilisierungsgesetz (FMSStG) durch die Bundesregierung beschlossen. Es zielt auf die Sicherstellung der Zahlungsfähigkeit von Finanzinstituten mit Sitz in Deutschland und die Vermeidung einer allgemeinen Kreditklemme ab. Dabei ist ein von der Deutschen Bundesbank verwalteter Rettungsfonds in Höhe von 100 Milliarden € Hauptbestandteil, mit dem Kredite zum Erwerb von Problemaktiva und zur Beteiligung an Finanzinstitutionen aufgenommen werden können. Durch ein Maßnahmenpaket der Bundesregierung, bestehend aus Einlagensicherungen, neuen Bilanzregeln, Auflagen für Banken und Manager (Gehaltsobergrenzen,

Streichung von Boni, Beschränkung von Dividenden, solide Geschäftspolitik) sowie der Kontrolle des Fonds, soll zudem die Stabilität des Finanzsystems gesichert werden.<sup>20</sup>

Zur Stabilisierung des deutschen Finanzsystems wurde im Oktober 2008 in einem Eilverfahren der Sonderfonds Finanzmarktstabilisierung (SoFFin) durch das Finanzmarktstabilisierungsgesetz geschaffen. Er wurde in Form eines Sondervermögens des Bundes gebildet und wird sowohl vom Bund als auch von den Bundesländern getragen. Durch Stärkung der Eigenkapitalbasis von Finanzunternehmen soll er den herrschenden Vertrauensverlust am Interbankenmarkt reduzieren. Dazu kann der Fonds Garantien bis zur Höhe von 400 Milliarden € für begünstigte Unternehmen gewähren; im Falle der Inanspruchnahme aus Garantien hat das Bundesministerium der Finanzen die Möglichkeit, Kredite in Höhe von bis zu 20 Milliarden € aufzunehmen. Mittels staatlicher Garantien für die Begebung neuer Schuldtitel hilft er, gegen eine angemessene Verzinsung, Liquiditätsengpässe von Finanzinstituten zu bewältigen, die durch den eingeschränkten Handel am Interbankenmarkt entstanden sind. Zudem kann er sich an Finanzunternehmen beteiligen und somit die Eigenkapitalbasis im Falle des Kapitalmangels aufstocken. Eine weitere Möglichkeit, das Finanzsystem zu stabilisieren, besteht in der Risikoübernahme mittels Gewährung sicherer Schuldtitel durch Übernahme von Risikopositionen, wie zum Beispiel von Forderungen und Wertpapieren, die als Sicherheiten bei Interbankengeschäften verwendet werden können. Am 9. April 2009 trat dann das Finanzmarktstabilisierungsergänzungsgesetz in Kraft, das die völlige Übernahme von Banken durch den Staat ermöglicht.<sup>21</sup>

Zahlreiche Unternehmen haben bereits durch Antragstellung Leistungen des Fonds erhalten: Als eines der ersten Institute, das das Rettungspaket in Anspruch nahm, erhielt die Commerzbank AG Garantien für Schuldbriefe in Höhe von 15 Milliarden €. Mit einer stillen Einlage von 8,2 Milliarden € stärkte der Bund zudem die Kapitalbasis.<sup>22</sup> Die IKB verzeichnete durch Restrukturierungsmaßnahmen in den Jahren 2007 und 2008 Verluste von bis zu 700 Millionen €. Die Staatsbank KfW, Sparkassen und Privatbanken garantierten daraufhin Bürgschaften zunächst in Höhe von insgesamt 3,5 Milliarden €. Der SoFFin bewilligte zudem Ende 2008 einen Garantierahmen von bis zu fünf Milliarden € für neu zu begebende Schuldverschreibungen.<sup>23</sup> Die schwer angeschlagene HRE erhielt staatliche Hilfe in großem Umfang, indem Garantieleistungen von insgesamt circa 52 Milliarden € zugesichert wurden.

Ein weiteres Instrument zur Wiederherstellung des Vertrauens insbesondere von privaten Bankkunden bildet die Garantieerklärung der Bundesregierung für alle Sicht-, Termin- und Spareinlagen. Eine Sicherheit für deutsche Sparer ergibt sich zum einen durch das bereits bestehende Einlagensicherungs- und Anlegerentschädigungsgesetz, das eine Mindestabsicherung von 90 Prozent der Einlagen, bis maximal 20.000 €, vorsieht. Zum anderen existiert ein bewährtes System von freiwilligen Sicherungseinrichtungen, das den Inhabern von Spareinlagen einen weit darüber hinausgehenden Schutz gewährt. Für den Fall, dass bestehende Einlagensicherungsanstalten aufgrund der Folgen der Finanzkrise ihren Verpflichtungen nicht mehr nachgehen können, wurde im Oktober 2008 ein zusätzlicher Schutzschirm geschaffen, indem der Bund alle Sicht-, Termin- und Spareinla-

<sup>20</sup> Vgl. Bundesministerium der Finanzen (2008a).

<sup>21</sup> Vgl. Finanzmarktstabilisierungsergänzungsgesetz (2009).

<sup>22</sup> Vgl. Commerzbank (2008).

<sup>23</sup> Vgl. IKB Deutsche Industriebank (2008).

gen in unbeschränktem Umfang absicherte.<sup>24</sup> Hierbei handelt es sich jedoch zunächst nur um eine politische Absichtserklärung, die ihre – vertrauensbildende – Wirkung zwar nicht verfehlt hat, im Ernstfall aber keine juristische Anspruchsgrundlage darstellt.

Eine dauerhafte Lösung für die toxischen Papiere in den Bankbilanzen soll nun auch in Deutschland mit Hilfe einer Bad Bank erzielt werden. Eine oder mehrere Bad Banks übernehmen dabei die toxischen Aktiva von den Geschäftsbanken und bilden damit ein „Zwischenlager für Giftmüll“. Abhängig von der konkreten Ausgestaltung des Bad-Bank-Konzepts gehen damit ganz unterschiedliche Risiken für den Staatshaushalt und somit für den Steuerzahler einher.<sup>25</sup> Diese Risiken resultieren primär daraus, dass der Staat in mehr oder weniger großem Umfang für eventuelle Verluste der Bad Bank haftet. Garantien also, die für den Staat zwar nicht kurz-, mit Sicherheit aber mittel- und längerfristig relevant werden können.

Im einfachsten Fall (Abb. 11) übernimmt die Bad Bank alle toxischen Aktiva zum Buchwert von den Geschäftsbanken und stellt den Geschäftsbanken im Gegenzug in gleichem Umfang „Liquidität“ (zum Beispiel Sichteinlagen) zur Verfügung. Damit sind die Geschäftsbanken auf einen Schlag von all ihren Problemen befreit, allerdings komplett zu Lasten des Staates beziehungsweise der Steuerzahler, auf die das Ausfallrisiko damit übertragen wird. Ergibt sich bei Fälligkeit der toxischen Wertpapiere ein Zahlungseingang, der kleiner ist als der Buchwert, zu dem dieses Wertpapier übernommen wurde, so haftet der Staat mit der jeweiligen Differenz. Das einzig verbleibende „technische“ Problem bei dieser, aber auch bei allen anderen Varianten ist die Abgrenzung der toxischen Aktiva. Welche Wertpapiere dürfen an die Bad Bank abgegeben werden? Sind es nur die amerikanischen Hypothekenkredite und darauf bezogene Derivate, oder zählen zum Beispiel auch griechische Staatschuld-papiere zu den toxischen Aktiva? Je weiter diese Abgrenzung gezogen wird, desto höher sind die auf den Staat übertragenen Risiken. Bei dieser Variante kommt es letztlich zu einer Sozialisierung der Verluste, während spätere Gewinne wieder privatisiert werden. Diese Einschätzung ändert sich auch dann nicht grundsätzlich, wenn die Geschäftsbanken eine Übernahmegebühr an die Bad Bank beziehungsweise den Staat zahlen müssen.

Die Diskussion in Deutschland hat jedoch gezeigt, dass eine Sanierung der Banken ausschließlich zu Lasten des Staates nicht akzeptabel erscheint. Vielmehr wird eine Verlustbeteiligung der Banken gefordert. Dies geschieht insbesondere auch deshalb, weil sonst die Anreize für künftiges Handeln in Banken vollkommen fehlgeleitet würden; könnten die Verantwortlichen doch stets davon ausgehen, dass neue Verluste wieder durch den Staat übernommen würden (*moral hazard*). Ein verantwortungsbewusstes ökonomisches Handeln wäre unter diesen Bedingungen wohl kaum zu erwarten.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundeskabinett am 13. Mai 2009 ein Bad-Bank-Konzept beschlossen, das die obigen Kritikpunkte (zum Teil) berücksichtigt (Abb. 12). Auch hier übernimmt eine Bad Bank, die nun allerdings jeder Geschäftsbank individuell zur Seite gestellt wird, die toxischen Aktiva. Von dem jeweiligen Buchwert wird nun jedoch zunächst eine zehnpromzentige Risikoprämie abgezogen – es verbleibt der Übernahmewert. Im Gegenzug erhält die Geschäftsbank in gleichem Umfang (Übernahmewert) Schuldi-

<sup>24</sup> Vgl. Bundesministerium der Finanzen (2008b).

<sup>25</sup> Siehe auch die Ausführungen zur staatlichen Budgetrestriktion.

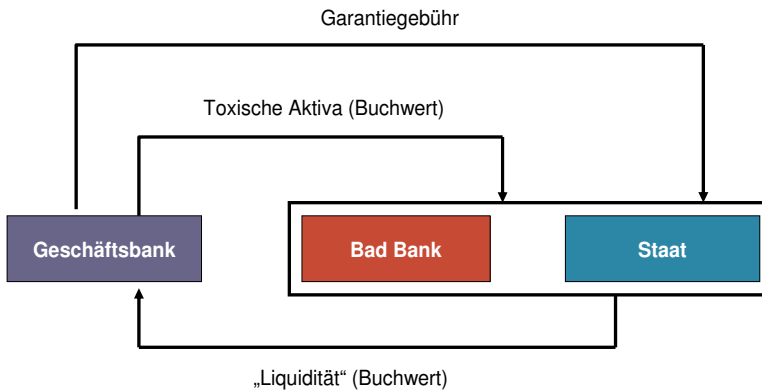
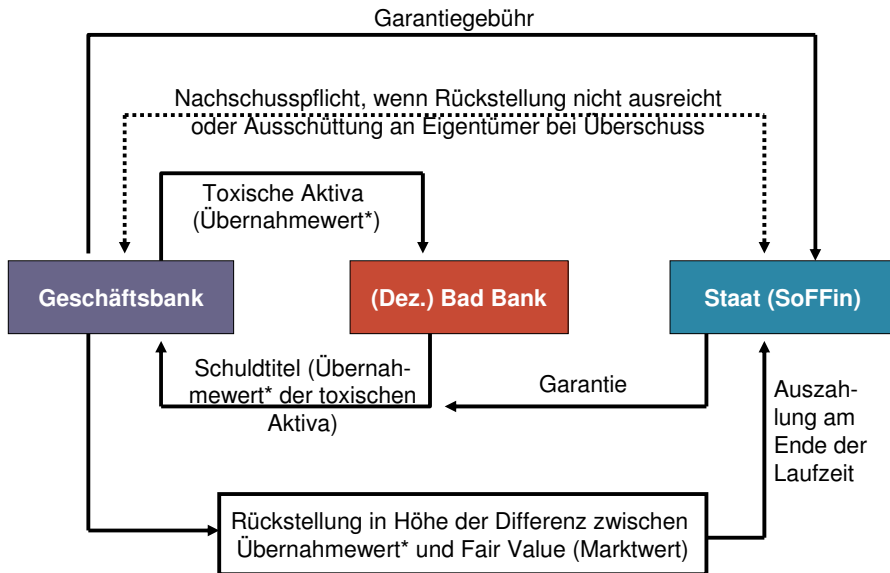
**(Zentrale) Bad Bank-Lösung**

Abb. 11: Einfaches Bad-Bank-Konzept

tel der Bad Bank, für die der Staat (SoFFin) eine Garantie übernimmt. Hierfür zahlt die Geschäftsbank wiederum eine marktgerechte Garantiegebühr – was immer das im Einzelnen heißt. Dies kann in Form von Einlagen oder von Kapitalanteilen erfolgen, so dass auch eine (Teil-)Verstaatlichung möglich ist. Während der Laufzeit von 20 Jahren muss die Geschäftsbank zudem eine Rückstellung in Höhe der Differenz zwischen dem Übernahmewert und dem Fair Value (Marktwert) der toxischen Aktiva bilden. Unklar ist zurzeit allerdings, nach welchen zeitlichen Vorgaben die Rücklage erfolgen muss. Da für viele toxische Aktiva gegenwärtig kein Markt mehr existiert, ergibt sich ferner das gravierende Problem, den Fair Value zu ermitteln. Immer dann, wenn er zu hoch angesetzt wird, unterschreitet die Summe aus dem Zahlungseingang bei Fälligkeit eines toxischen Aktivums und der Rückstellung den Wert, den die Bad Bank bei Fälligkeit ihrer eigenen Schuldtitel zahlen muss. Im umgekehrten Fall entsteht ein Überschuss. Damit insbesondere Fehlbeiträge nicht dem Bund und dem Steuerzahler zur Last fallen, ist ferner vorgesehen, dass Defizite am Ende der Laufzeit zu einer Ausschüttungssperre bei der betroffenen Bank führen, bis der Fehlbetrag ausgeglichen ist. Bei der Auflösung entstehende Überschüsse werden hingegen an die Anteilseigner ausgeschüttet. Damit sind die Risiken für den Bund weitgehend begrenzt. Sie bestehen insbesondere darin, dass ein Finanzinstitut möglicherweise während der Laufzeit keine Rückstellungen bilden oder am Ende der Laufzeit einer notwendigen Nachschusspflicht aufgrund fehlender Gewinnausschüttungen nicht nachkommen kann. Insgesamt führt die Auslagerung der toxischen Wertpapiere somit in erster Linie zu einer zeitlichen Streckung des notwendigen Abschreibungsbedarfs. Durch die staatlich garantierten Schuldverschreibungen, die nicht durch Eigenkapital abgesichert werden müssen, steigt wiederum der Spielraum der Banken für die Kreditvergabe. Außerdem können diese Schuldverschreibungen verkauft und damit neue Kreditmöglichkeiten geschaffen werden. Aus Bankenkreisen wird hingegen befürchtet, dass der zehnjährige Risikoabschlag zu unmittelbaren (Abschreibungs-)Belastungen bei den betroffenen Insti-

tuten führen könnte, die sie insbesondere in der jetzigen Situation nicht zu tragen in der Lage wären.



( \* **Übernahmewert = Buchwert – 10 % Risikoabschlag** )

Abb. 12: Bad-Bank-Konzept der Bundesregierung

Wird das Bad-Bank-Konzept in der vorgeschlagenen Form auch – oder gerade – von den Landesbanken in Anspruch genommen, vermindern sich die zuvor aufgezeigten Probleme dadurch, dass Länder und Kommunen (als Träger der Sparkassen) von vornherein als Eigentümer zur Haftung verpflichtet sind. Dabei sollen die Länder zunächst bis zu ihrer individuellen Belastungsgrenze für Zahlungen einstehen, während darüber hinaus anfallende Verpflichtungen (eventuell) vom Bund übernommen werden. Damit steht zugleich aber auch fest, dass für diesen erheblichen Teil der toxischen Aktiva der Staat insgesamt und damit der Steuerzahler komplett haftet. Die Frage ist somit nur, wie sich die Belastungen auf Bund, Länder und Kommunen verteilen – der Steuerzahler wird aber auf jeden Fall zur Kasse gebeten.

Für die Landesbanken ist darüber hinaus ein spezielles, noch weiter gehendes Konzept in der politischen Diskussion. Die Bad Bank wird dabei als „Anstalt in der Anstalt“ (Aida) bezeichnet. Im Gegensatz zu den Privatbanken sollen die Landesbanken dabei in die Lage versetzt werden, neben den toxischen Wertpapieren auch „nichtstrategische Aktivitäten“ (problematische Geschäftsbereiche) auszulagern. Dies kommt letztlich einer Generalsanierung auf Kosten der Öffentlichkeit gleich. Dieses Angebot wird aber wohl von politischer Seite mit der Auflage verknüpft, die sechs bestehenden Landesbanken neu zu ordnen. Die damit verbundenen Fusionen beziehungsweise Auflösungen und neuen Auf-

gabenverteilungen sollen jedoch aufgrund divergierender Vorstellungen der Eigentümer erneut in die Zukunft (im Gespräch ist Dezember 2010) verschoben werden – mit der Gefahr, dass sie nie zustande kommen. Leider stehen auch hier politische und Verbandsinteressen einer ökonomisch sinnvollen Lösung entgegen. Warum klammert man sich sonst an die bestehenden Landesbanken, von denen man bestenfalls eine braucht?

## Ausblick

Eine stark expansive Geldpolitik, umfangreiche Konjunkturpakete sowie die Gründung von Bad Banks sind die augenscheinlichen Reaktionen auf die gegenwärtige Krise. Ob damit die aktuellen Probleme überwunden und wie zukünftige Krisen vermieden werden können, soll in den folgenden Anmerkungen kurz angesprochen werden, ohne damit eine umfassende Lösungsstrategie vorzulegen:

- Die expansive Geldpolitik der Notenbanken kann zu einem Konflikt zwischen deren Aufgabe als „lender of last resort“ (Funktionsfähigkeit des Finanzsystems) und der Aufgabe führen, Preisniveaustabilität zu garantieren.
- Mit der Forderung nach umfangreichen Konjunkturprogrammen sind viele Politiker und Ökonomen – vielfach auch solche, die das stets weit von sich gewiesen haben – zu Anhängern einer keynesianischen nachfrageorientierten Fiskalpolitik geworden – trotz aller schlechten Erfahrungen, die man in der Vergangenheit mit dieser Politik gemacht hat. Noch problematischer würde diese Entwicklung, wenn sich der Vorschlag des französischen Staatspräsidenten, Nicolas Sarkozy, durchsetzt, Industrien in großem Umfang zu verstaatlichen. Diese und andere Maßnahmen könnten dazu führen, dass es – wie in den 1930er Jahren – zu einer gegenseitigen protektionistischen Abschottungspolitik mit verheerenden destabilisierenden Wirkungen kommt.
- Im Sinne einer Gesamtstrategie sollte der Staat die Banken möglichst früh in verschiedene Gruppen einteilen oder sie diese Einteilung selber vornehmen lassen. Dabei ließe sich unterscheiden zwischen A-Banken, die aus eigener Kraft überlebensfähig sind und keine staatlichen Hilfen brauchen, B-Banken, die längerfristig überlebensfähig sind, aber vorübergehend staatliche Hilfe benötigen, und C-Banken, die insolvent sind und damit abgewickelt werden müssen. Bei den C-Banken sind die Aktien damit wertlos. Geht man in dieser Reihenfolge vor, stellt sich das Problem einer Enteignung wie bei der HRE nicht. Der Staat könnte eine solche Bank entweder geordnet abwickeln oder – als einziger Eigentümer – in staatlicher Hand fortführen. Für B-Banken könnten entsprechende Sanierungskonzepte erarbeitet werden. Dabei ist zu vermeiden, dass es durch staatliche Hilfen zu Wettbewerbsverzerrungen zwischen diesen Bankengruppen kommt.
- „Hebel“ mit einem Verhältnis von Fremd- zu Eigenkapital in Höhe von 50 zu eins und mehr sollten in Zukunft ausgeschlossen werden. Ähnlich wie bei den Eigenkapitalvorschriften im Rahmen von Basel II, die sich auf die Aktivseite der Bankbilanz beziehen, könnte ein maximaler Hebel in Höhe von zehn oder 15 zu eins festgelegt werden. Im Rahmen einer Sanierung könnte dieser reduzierte Hebel durch eine (zwangswweise) Umwandlung von Schulden in Eigenkapital (*debt-equity-swaps*) erreicht werden. Dies wäre zugleich eine Sanierungsvariante, bei der der Steuerzahler nicht zur Kasse gebeten würde.

- Es sollte für die Zukunft untersagt werden, dass Risiken über Zweckgesellschaften aus der Bilanz „entfernt“ werden, obgleich im Ernstfall doch dafür gehaftet werden muss. Vielmehr sollten entsprechende Risiken über ein angemessenes Eigenkapital gedeckt sein.
- Die Principal-Agent-Problematik der Ratingagenturen sollte deutlich gemacht und gelöst werden. Die Qualität von Ratings sollte zudem überprüft und verglichen werden. Ferner sollten neben den individuellen stärker auch die systemischen Risiken beim Rating berücksichtigt werden.
- Abschließend sei aber auch darauf hingewiesen, dass Regulierung kein Allheilmittel darstellt und es sicherlich nicht der Weisheit letzter Schluss ist, jetzt nach immer mehr Staat zu rufen. Staatliche Vertreter in den Aufsichtsgremien der IKB und der Landesbanken sowie die (begrenzte) Funktionsfähigkeit der bisherigen Bankenaufsicht lassen vielmehr erhebliche Skepsis aufkommen. Es wird – sowohl bei der Sanierung als auch in der Zukunft – nicht ohne den Staat gehen. Gefragt ist jedoch nicht zwangsweise mehr Regulierung, sondern eine funktionsfähigere Regulierung als in der Vergangenheit.

Die anfänglichen Subprime-Probleme in den USA, die sich zunächst zu einer Finanzkrise und mittlerweile zu einer allgemeinen weltweiten Wirtschaftskrise ausgeweitet haben, werden sich kurzfristig nicht überwinden lassen. Doch selbst wenn die konjunkturelle Erholung im Laufe des Jahres 2010 – wie erhofft – einsetzt, werden uns Folgewirkungen wie mögliche Inflation und insbesondere der Schuldenabbau beim Staat noch lange Zeit beschäftigen.

## Literatur

- BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (2008a). „Finanzmarktstabilisierungsgesetz“. [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_53848/sid\\_C2A9D27B82D8597BCBFA7FFEEB74A6A7/DE/BMF/\\_Startseite/Aktuelles/Aktuelle\\_Gesetze/Gesetze\\_Verordnungen/Finanzmarktstabi.html?\\_\\_nnn=true](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_53848/sid_C2A9D27B82D8597BCBFA7FFEEB74A6A7/DE/BMF/_Startseite/Aktuelles/Aktuelle_Gesetze/Gesetze_Verordnungen/Finanzmarktstabi.html?__nnn=true) (30.04.2009).
- BUNDESMINISTERIUM DER FINANZEN (2008b). „Fragen zur Garantierklärung der Bundesregierung“. 10.10.2008. [http://www.bundesfinanzministerium.de/DE/Buergerinnen\\_und\\_Buerger/Alter\\_und\\_Vorsorge/038\\_Spareinlagen.html](http://www.bundesfinanzministerium.de/DE/Buergerinnen_und_Buerger/Alter_und_Vorsorge/038_Spareinlagen.html) (15.05.2009).
- COMMERZBANK (2008). „Commerzbank und SoFFin vereinbaren Kreditprogramm für den Mittelstand“. Pressemitteilung, 19.12.2008. [https://www.commerzbank.de/de/hauptnavigation/presse/archiv/\\_presse\\_mitteilungen/2008/quartal\\_08\\_04/presse\\_archiv\\_detail\\_08\\_04\\_4919.html](https://www.commerzbank.de/de/hauptnavigation/presse/archiv/_presse_mitteilungen/2008/quartal_08_04/presse_archiv_detail_08_04_4919.html) (15.05.2009).
- FINANZMARKTSTABILISIERUNGSERGÄNZUNGSGESETZ (2009). „FMStErgG“, *Bundesgesetzblatt*, Teil I, Nr. 18, 07.04.2009.
- FRANKE, Günter und Jan Pieter KRAHNEN (2007). „Finanzmarktcrise: Ursachen und Lehren“, *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (24.11.2007), 13.
- IKB DEUTSCHE INDUSTRIEBANK (2008). „Ad-hoc-Mitteilung vom 22.12.2008 gemäß § 15 WpHG: IKB erhält Garantien des SoFFin“. [http://www.ikb.de/content/de/ir/news/ad-hoc-mitteilungen/alle/081222\\_SoFFin.pdf](http://www.ikb.de/content/de/ir/news/ad-hoc-mitteilungen/alle/081222_SoFFin.pdf) (23.11.2009).
- INTERNATIONALER WÄHRUNGSFONDS (2008). *World Economic Outlook*. Washington.
- ISSING, Ottmar (2006). *Einführung in die Geldpolitik*. München.

- MORKÖTTER, Stefan und Simone WESTERFELD (2008). „Asset Securitisation: Die Geschäftsmodelle von Ratingagenturen im Spannungsfeld einer Principal-Agent-Betrachtung“, *Kreditwesen* 9, 23–26.
- O. V. (2007). „Moody’s warnt vor zweitem LTCM“, *Börsen-Zeitung* (17.08.2007), 3.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT ZUR BEGUTACHTUNG DER GESAMTWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG (2007). *Das Erreichte nicht verspielen*. Wiesbaden.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT ZUR BEGUTACHTUNG DER GESAMTWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG (2008). *Die Finanzkrise meistern – Wachstumskräfte stärken*. Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2004). „Wohneigentum in kleinen Gemeinden am häufigsten“. Pressemitteilung, 30.03.2004. [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/zdw/2004/PD04\\_\\_013\\_\\_p002,templateld=renderPrint.psm](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/zdw/2004/PD04__013__p002,templateld=renderPrint.psm) (14.05.2009).
- WELTHANDELSORGANISATION (2009). „Press Release 554“, Genf, 23. März 2009.



**PETER LORSCHIED**

## **Praxisorientierte Besonderheiten der Statistik im Düsseldorfer Bachelorstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“**

### **Einleitung**

Den Bachelorstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“ gibt es an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf seit dem Wintersemester 2006/2007. Gemeinsam mit dem konsekutiven Masterstudiengang, in den zum Wintersemester 2009/2010 erstmalig Studierende aufgenommen wurden, löst er damit den bisherigen Diplomstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“ ab, der seit der Gründung der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät fast 20 Jahre lang erfolgreich angeboten wurde.

In diesem Beitrag soll die Rolle des Faches Statistik im Pflicht- und Wahlbereich des neuen Studiengangs dargestellt werden. Auf hochschulübergreifende Abreden, wie die Rolle der Statistik im Rahmen eines derartigen Studiengangs aussehen sollte, konnte zum Zeitpunkt der Konzeption des Studiengangs nicht zurückgegriffen werden. Vielmehr stand man in Düsseldorf ebenso wie an anderen Universitäten vor der Aufgabe, das bisherige Statistikangebot des Diplomstudiengangs an die Erfordernisse des Bachelorstudiengangs anzupassen. Wie eine vom Autor durchgeführte Internetrecherche zeigt, weicht dabei die in Düsseldorf verwirklichte Lösung in Teilen deutlich von den Angeboten vergleichbarer Studiengänge ab. Diese Besonderheiten sollen in dem vorliegenden Artikel herausgestellt und auf Basis der bisher mit dem Studiengang gemachten Erfahrungen einer ersten Bewertung unterzogen werden.

### **Ausgangslage in den Diplomstudiengängen**

Früher zeichneten sich wirtschaftswissenschaftliche Diplomstudiengänge im deutschen Sprachraum durch einen weitgehend einheitlichen Aufbau im Grundstudium aus. Für das Vordiplom waren Prüfungen in Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre, Recht und Statistik abzulegen, in der Regel ergänzt durch Leistungsscheine in Mathematik, Rechnungswesen und Wirtschaftsinformatik. Dies war nicht nur hochschul-, sondern auch studienfachübergreifend in den Studiengängen der Betriebs- und Volkswirtschaftslehre sowie der Wirtschaftswissenschaft der Fall, so dass nach dem Vordiplom problemlos die Hochschule und/oder der Studiengang gewechselt werden konnte.

Dementsprechend waren in den Diplomstudiengängen nicht nur die Prüfungsfächer selbst, sondern auch deren Inhalte weitgehend standardisiert. Das Fach Statistik wurde meist in einem Umfang von zehn bis zwölf Semesterwochenstunden (SWS) gelehrt und beinhaltete dabei in der Regel folgende Gebiete:<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Eine Bestandsaufnahme für die damaligen Diplomstudiengänge liegt schon einige Zeit zurück; vgl. Krämer

1. deskriptive Statistik (einschließlich Konzentration, Zeitreihenanalyse, Indexzahlen);
2. Wahrscheinlichkeitsrechnung;
3. schließende Statistik (Stichprobentheorie mit Punkt- und Intervallschätzung sowie eine recht breite Auswahl an Signifikanztests).

Die größten Unterschiede betrafen die Frage, ob auch die Wirtschaftsstatistik (einschließlich der Bevölkerungsstatistik) Bestandteil des wirtschaftswissenschaftlichen Grundstudiums war. An der Düsseldorfer Universität war dies seit Gründung des betriebswirtschaftlichen Diplomstudiengangs unverändert der Fall. Motivierend hierfür war die Überlegung, dass die Studierenden nicht allein die Grundzüge der statistischen Methoden kennenlernen sollten, sondern auch die bei der praktischen Umsetzung auftretenden Probleme (wie Adäquation, Erhebungsformen, rechtliche Rahmenbedingungen). Die Erforderlichkeit, Studierenden nahezubringen, wie volkswirtschaftliche Konstrukte wie zum Beispiel Inflation oder Wirtschaftswachstum in der Praxis gemessen werden, wurde aber bereits seit einiger Zeit an anderen Hochschulen immer häufiger verneint und dementsprechend die Wirtschaftsstatistik schon bei den Diplomstudiengängen zunehmend aus den Lehrplänen gedrängt.

Sofern entsprechende Lehrkapazitäten vorhanden waren, wurden im Hauptstudium der Diplomstudiengänge im Wahlbereich in der Regel vertiefende Methodenbereiche wie Regressionsanalyse/Ökonometrie, multivariate Analyse und Zeitreihenanalyse angeboten. Dies war auch in Düsseldorf der Fall, wobei diese drei Gebiete mit einer Einführung in die Statistiksoftware SPSS sowie einem „statistisch-ökonomischen Praktikum“ kombiniert waren. Dieses Praktikum lieferte neben einer Einführung in die Datenerhebung mittels Fragebögen anhand konkreter Problemstellungen eine praxisorientierte Gesamtschau auf das in Grund- und Hauptstudium vermittelte Methodenspektrum. Allerdings waren die Belegungszahlen für das so konstruierte Wahlfach „Statistik und Ökonometrie“ äußerst gering (meist deutlich weniger als fünf Prozent der Studierenden pro Jahrgang), was aber nicht untypisch für die wirtschaftswissenschaftliche Studiengangslandschaft gewesen sein dürfte.

## **Die Rolle der Statistik in wirtschaftswissenschaftlichen Bachelorstudiengängen**

Im Rahmen der Umstellung auf die gestuften Studiengänge sahen sich die wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten vor der Aufgabe, die Inhalte ihrer bisherigen Studiengänge auf den Bachelor- und den Masterstudiengang zu verteilen. Dabei stehen für den konsekutiven Studiengang insgesamt zehn statt bisher acht Semester zur Verfügung, wovon in der Regel (so auch in Düsseldorf) sechs auf den Bachelor entfallen. Einfache Hochrechnung würde ergeben, dass die Statistikanteile in den konsekutiven Studiengängen zusammengenommen größer ausfallen sollten als in den bisherigen Diplomstudiengängen, für den Bachelor allein hingegen geringer. Weitere Aspekte sind allerdings zu berücksichtigen: Einerseits mussten in den Bachelorstudiengängen zusätzliche Studieninhalte integriert werden, insbesondere die Vermittlung der so genannten Soft Skills und das Studium generale, was

---

(1995). Siehe auch die Inhalte einschlägiger Lehrbücher wie z. B. Bamberg *et al.* (<sup>15</sup>2009), Degen und Lorscheid (<sup>2</sup>2002), Schira (<sup>2</sup>2005), Schwarze (<sup>11</sup>2009) sowie Schwarze (<sup>9</sup>2009).

für eine noch stärkere Verkürzung der Statistik-Lehrinhalte spräche. Andererseits stehen die wirtschaftswissenschaftlichen Fakultäten stärker denn je vor der Herausforderung, ihre Studienangebote von denen der Fachhochschulen abzugrenzen. Auch wenn formal eine Profilbildung in „stärker anwendungsorientierte“ und „stärker forschungsorientierte“ Studiengänge erst für die Masterstufe vorgesehen ist,<sup>2</sup> liegt es im Rahmen konsekutiver Studiengänge nahe, gerade auch im Fach Statistik schon auf der Bachelorstufe die für ein forschungsorientiertes Studium erforderlichen empirischen Grundlagen zu legen. Dies muss nicht zwangsläufig bedeuten, komplexere statistische Methoden schon im Bachelorstudium zu lehren, sollte aber zumindest die traditionellen Inhalte des Grundstudiums in Statistik so ausführlich behandeln, dass in weiterführenden Veranstaltungen des Masterstudiengangs nicht zunächst die verbliebenen Lücken im Bereich der Statistikgrundlagen gefüllt werden müssen.

Basierend auf einer Internetrecherche für insgesamt 159 wirtschaftswissenschaftliche Studiengänge an Universitäten, die im Herbst 2007 durchgeführt wurde, hat der Autor untersucht, welche Rolle das Fach Statistik in den universitären Bachelorstudiengängen der Wirtschaftswissenschaften tatsächlich einnimmt.<sup>3</sup> Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Durchschnitt nur noch 7,4 SWS auf das Statistik-Pflichtprogramm entfallen, wofür im Mittel 10,1 Leistungspunkte (LP) vergeben werden.<sup>4</sup> Dabei liegt das Pflichtprogramm volkswirtschaftlicher Studiengänge mit durchschnittlich 10,9 SWS deutlich über demjenigen der betriebswirtschaftlichen Studiengänge mit 7,7 SWS; noch geringer fällt das Pflichtprogramm in der Regel für kombinierte Studiengänge wie Wirtschaftsmathematik, -informatik oder -ingenieurwesen aus. Dabei sind die Variationsbereiche innerhalb des gleichen Studiengangs noch deutlich größer als die hier dargestellten fachspezifischen Unterschiede; für Betriebswirtschaftslehre etwa streut das Pflichtprogramm in Statistik zwischen 0 und 13 SWS. Ein einheitliches Statistik-Pflichtprogramm, wie es in der Vergangenheit im Grundstudium weitgehend der Fall war, ist offensichtlich schon, was den Stoffumfang angeht, nicht mehr gegeben, weder innerhalb einer Studienrichtung und noch viel weniger zwischen den verschiedenen Studienrichtungen.

Zu diesem Pflichtprogramm gesellt sich dann in vielen Fällen ein mehr oder weniger umfangreiches Statistik-Wahlprogramm. Dabei stehen vielen Fällen mit fehlendem oder nur rudimentärem Wahlangebot wenige Studiengänge mit umfangreichem statistischem Wahlangebot gegenüber – vorwiegend in den volkswirtschaftlichen Studiengängen. Ein gekürztes Pflichtprogramm wird in der Regel auch nicht etwa durch ein zusätzliches Wahlangebot ausgeglichen – die Wahlangebote bestehen vornehmlich dort, wo ohnehin schon ein recht umfangreiches Wahlangebot besteht.

Näheren Aufschluss über die Lehrinhalte des Pflicht- und Wahlprogramms in Statistik zeigt Tabelle 1. Dabei konnten lediglich diejenigen Studiengänge berücksichtigt werden, für die sich aus den Modulbeschreibungen Aufschluss über die abgedeckten Studieninhalte ergab. Dies war nur bei 63 bis 70 der insgesamt 159 untersuchten Studiengänge der

<sup>2</sup> Vgl. Kultusministerkonferenz (2005: 6).

<sup>3</sup> Zu Details dieser Untersuchung vgl. Lorscheid (2009).

<sup>4</sup> Der Leistungspunkt ist im Rahmen der gestuften Studiengänge die relevante Maßeinheit für den Studieraufwand der Studierenden, wobei neben der Präsenz in Veranstaltungen auch die Vor- und Nachbereitungszeit zu berücksichtigen ist. Ein Leistungspunkt soll einem studentischen Zeiteinsatz von 30 Stunden entsprechen. Das Verhältnis von LP und SWS beträgt in der Untersuchung meist 1,5:1; vgl. Lorscheid (2009).

Lehrinhalt	Fälle	P-x	p-w	p-x	x-W	x-w	x-x
deskriptive Statistik	70	36 %		44 %	1 %		19 %
Wahrscheinlichkeitsrechnung	69	51 %	6 %	32 %			12 %
schließende Statistik	68	37 %	9 %	34 %	3 %	1 %	16 %
Wirtschaftsstatistik	66	3 %		12 %	3 %		82 %
Ökonometrie	66	18 %	15 %	6 %	11 %	2 %	48 %
multivariate Statistik	63	2 %	3 %	6 %	14 %	8 %	67 %
Zeitreihenanalyse	63	2 %	5 %	3 %	8 %	8 %	74 %
praktische Statistik	63	2 %		13 %	2 %	13 %	71 %

Tab. 1: Inhalte des Pflicht- und Wahlprogramms in Statistik (Internetrecherche).

Es bedeuten: P-x: Inhalte vollständig Bestandteil des Pflichtprogramms; p-w: Inhalte teilweise Bestandteil des Pflichtprogramms, weitere Inhalte im Wahlangebot; p-x: Inhalte teilweise Bestandteil des Pflichtprogramms, kein Wahlangebot; x-W: Inhalte nicht Bestandteil des Pflichtprogramms, vollständig im Wahlangebot abgedeckt; x-w: Inhalte nicht Bestandteil des Pflichtprogramms, teilweise im Wahlangebot abgedeckt; x-x: Inhalte weder Bestandteil des Pflichtprogramms noch des Wahlangebots

Fall. Die Tabelle zeigt, inwieweit die traditionellen Lehrinhalte der jeweiligen Lehrgebiete durch das Pflicht- und/oder Wahlangebot der Studiengänge abgedeckt werden.<sup>5</sup> Es zeigt sich, dass auch die bisherigen Kernbereiche des Pflichtstudiums – deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung und schließende Statistik – nur noch bei einer Minderheit der Studiengänge einigermaßen vollständig abgedeckt werden. Am ehesten ist dies noch in der Wahrscheinlichkeitsrechnung der Fall, einem Gebiet, das für die Statistik zwar unerlässlich ist, das aber selbst nicht notwendig zur Statistik, sondern eher zur Mathematik zu zählen ist. Auch dass der Kürzung zum Opfer gefallene Defizite in den Wahlbereichen nicht ausgeglichen werden, zeigt diese Tabelle deutlich. So lernt jeder fünfte angehende Ökonom beispielsweise gar nichts mehr über deskriptive Statistik; in der Mehrheit der Studiengänge spielen ökonomisch bedeutsame deskriptive Themen wie Indizes, Konzentrationsmessung oder Saisonbereinigung keine Rolle mehr.

Nahezu vollständig ist nunmehr der Verfall der Wirtschaftsstatistik, der sich in den vergangenen Jahrzehnten bereits abzeichnete.<sup>6</sup> Eine einigermaßen vollständige Abdeckung dieses Themas findet sich nur noch bei vereinzelt Studiengängen im Pflicht- oder Wahlprogramm (in Letzterem beispielsweise in Düsseldorf). Der häufigste Fall ist noch derjenige, dass einzelne der Wirtschaftsstatistik zuzurechnende Inhalte im Rahmen der deskriptiven Statistik abgedeckt werden. In mehr als 80 Prozent der Studiengänge spielen Themengebiete wie Preisstatistik, Erwerbsstatistik oder volkswirtschaftliche Gesamtrechnung keine Rolle mehr – was zu der bedauerlichen Situation führt, dass Studierende die statistisch-ökonomische Analyse von Makrodaten lernen, über deren inhaltliche Aussagekraft jedoch nur eine grobe Vorstellung besitzen.

Auch in den Wahlprogrammen spielt die Wirtschaftsstatistik meist keine nennenswerte Rolle. Sofern überhaupt Wahlangebote vorhanden sind, konzentriert man sich hier stattdes-

<sup>5</sup> Zu detaillierteren Informationen darüber, um welche Lehrinhalte es sich dabei konkret handelt, vgl. Lorscheid (2009).

<sup>6</sup> Vgl. Krämer (2001: 197) sowie von der Lippe und Schmerbach (2003: 337).

sen auf die Inhalte des traditionellen Statistik-Wahlfaches im Hauptstudium, insbesondere Regressionsanalyse/Ökonometrie und multivariate Statistik.

Auf die Frage, welches Gewicht und welche Inhalte einem Statistikprogramm in einem wirtschaftswissenschaftlichen Bachelorstudiengang zukommen sollten, wird also in ganz unterschiedlicher Weise Antwort gegeben. Dabei kristallisieren sich – auch vor dem Hintergrund von Forderungen aus der Wirtschaft, dass ein Bachelorstudium praxisorientiert zu sein habe – allerdings zwei Hauptstoßrichtungen heraus:

Mehr als die Hälfte der Studiengänge interpretiert „praxisbezogen“ im Fall des Faches Statistik so, dass die Studierenden nur das Nötigste über Statistik lernen sollen, da diese in ihrer späteren Berufspraxis zumeist kaum vorkäme. Dementsprechend ist ein Wahllangebot in Statistik nicht vorhanden; und auch das Pflichtangebot in Statistik fehlt entweder völlig oder ist sehr lückenhaft. Als „das Nötigste“ wird dabei häufig nicht etwa die praxisrelevante deskriptive Statistik angesehen, sondern ein Kurzeinstieg in die schließende Statistik. Auf diese Weise bleibt das verbliebene Statistik-Restprogramm für die Studierenden weiterhin recht praxisfern und mathematisch.

Zahlreiche Studiengänge interpretieren „praxisbezogen“ hingegen so, dass die Bachelorstudierenden möglichst viele in der Praxis verwendete statistische Methoden kennenlernen sollen. Kennenlernen bedeutet dabei vielfach, dass nur ein kurzer Einstieg in die jeweiligen Methoden gegeben werden kann, dem es an theoretischem Tiefgang mangelt. Dies gilt zum Teil auch schon für die grundlegenden Methoden des klassischen Grundstudiums. Dennoch erscheint auch in diesem Fall das Fach Statistik den Studierenden durch die Methodenorientierung eher mathematiklastig. Zudem stellt sich hier die Frage, welche Inhalte denn noch im Masterstudiengang behandelt werden sollen.

## **Statistik im Düsseldorfer Bachelorstudiengang „Betriebswirtschaftslehre“**

Die beiden im vorherigen Abschnitt skizzierten Ansätze, die Anforderung „Praxisnähe“ für das Fach Statistik zu interpretieren, stehen sich diametral entgegen. In beiden Fällen kommen jedoch Zweifel auf, ob man dem Ziel der „Praxisnähe“ jeweils wirklich nähergekommen ist. Es stellt sich die Frage, ob es nicht auch Alternativen hierzu gibt. Ein solcher Weg könnte darin bestehen, die Statistikgrundlagen weiterhin in der notwendigen Breite zu vermitteln und im Wahlbereich mit betont praxisorientierten Inhalten zu kombinieren. Derartige Lösungen, bei denen dann auch der Wirtschaftsstatistik wieder eine Rolle zukommen könnte, finden sich aber nur an wenigen Hochschulen, außer an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf insbesondere an der Berliner Humboldt-Universität.<sup>7</sup>

In Düsseldorf bestanden im bisherigen Diplomstudiengang ein Pflichtprogramm im Umfang von zehn SWS sowie ein darauf aufbauendes Wahlprogramm im Umfang von zwölf SWS (Tab. 2). Im Bachelorstudiengang sollte der Pflichtumfang auf acht SWS gekürzt und zusätzlich ein Wahlfach im Umfang von sechs SWS angeboten werden. Dies wurde derart umgesetzt, dass die Wirtschaftsstatistik vom Pflicht- in den Wahlbereich verlagert wurde, wo sie gemeinsam mit angepassten Inhalten des bisherigen „statistisch-ökonomischen Praktikums“ ein neues Wahlmodul mit dem Titel „Statistische Daten-

<sup>7</sup> Zum an der Humboldt-Universität Berlin verfolgten Konzept vgl. von der Lippe und Schmerbach (2003) sowie Schmerbach (2008).

bisheriger Studiengang		Bachelor- und Masterstudiengang	
Veranstaltung	SWS	Veranstaltung	SWS
Grundstudium (Pflichtveranstaltungen) • deskriptive Statistik und Wirtschaftsstatistik	5	Bachelor-Pflichtmodul • deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Stichprobentheorie	8
	5	Bachelor-Wahlmodul „Statistische Datengewinnung“ • Wirtschaftsstatistik • Datenpraktikum	3 3
Hauptstudium (Wahlfach)  • Ökonometrie  • multivariate Statistik  • Prognoseverfahren • statistisch-ökonomisches Praktikum		Master-Pflichtmodul „Methoden der empirischen Wirtschaftsforschung“	4
	3	Master-Wahlmodul „Multivariate Statistik und Ökonometrie“	
	3	• Vertiefung Ökonometrie und Prognose	4
	3	• Vertiefung multivariate Statistik	4
3			

Tab. 2: Statistik im Diplom- und im gestuften Bachelor-/Masterstudiengang im Vergleich

gewinnung“ bildet. Die Praktikumsveranstaltung behandelt dabei datenpraktische Inhalte wie das Erstellen von Fragebögen, die Planung und Durchführung von Erhebungen sowie eine Einführung in die Statistiksoftware SPSS. Didaktisch steht hier eine problemorientierte Lehre im Vordergrund, bei der die Studierenden kleine praktische Problemstellungen einer ganzheitlichen Lösung zuführen sollen. Diese Veranstaltung, bei der die primärstatistische Eigenproduktion von Daten im Vordergrund steht, ist in dem Wahlmodul kombiniert mit der Wirtschaftsstatistik, die die Aspekte der sekundärstatistischen Nutzung öffentlicher Daten insbesondere aus amtlichen Quellen beinhaltet. Weiterführende methodische Veranstaltungen des ehemaligen Hauptstudiums (Ökonometrie, multivariate Statistik, Prognoseverfahren) wurden demgegenüber vollständig dem Pflicht- und Wahlbereich des Masterstudiengangs vorbehalten.

Als Gründe für diese – im Vergleich zu anderen Universitäten abweichende – Vorgehensweise lassen sich die folgenden anführen:

- Das Bachelor-Pflichtprogramm soll weiterhin eine solide Grundlage ohne wesentliche Lücken für weiterführende methodische Veranstaltungen bieten. Insofern sollte eine Kürzung der Bestandteile deskriptive Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung und schließende Statistik nach Möglichkeit vermieden werden.
- Die Wirtschaftsstatistik schien wegen ihrer nicht so unmittelbaren Bedeutung für die weiterführenden methodischen Veranstaltungen im Pflichtprogramm am ehesten verzichtbar, sollte aber zugleich im Wahlbereich weiterhin angeboten werden.
- Angesichts zahlreicher Forderungen aus der Wirtschaft nach Praxisorientierung insbesondere für Bachelorstudiengänge erschien es zweckmäßig, die bisherige Praktikumsveranstaltung in das Bachelor-Wahlfach zu integrieren und auf diese Weise ein betont praxisorientiertes Wahlfach zu konzipieren.
- Der Nutzen der weiterführenden methodischen Veranstaltungen im Rahmen des praxisorientierten Bachelorstudiums ist eher begrenzt, so dass es sich anbietet, diese in

das forschungsorientierte Masterstudium zu legen. Dort gehören diese Veranstaltungen dann auch teilweise zum Pflichtprogramm.

- Die in Düsseldorf umgesetzte Aufteilung zwischen Bachelor und Master ist für den Übergang in das Masterprogramm auch von anderen Hochschulen vorteilhaft. Es bestehen keine Redundanzen zwischen beiden Studiengängen und das Masterstudium sollte jeder aufnehmen können, der eine solide Grundausbildung in statistischen Methoden mitbringt.

Mittlerweile haben bereits zwei Jahrgänge der Bachelorstudierenden das Statistikangebot durchlaufen. Mit dem Pflichtprogramm tun sich viele der Studierenden – erwartungsgemäß – mindestens so schwer, wie dies im Diplomstudiengang von jeher der Fall war. Dabei entspricht dieses Pflichtprogramm – wie bereits dargestellt – inhaltlich dem, was man einem Studierenden der Wirtschaftswissenschaften in Statistik abverlangen sollte.

Erfreulich großen Zulauf verzeichnet das neu konzipierte Wahlfach „Statistische Datengewinnung“, das mehr als 25 Prozent der Studierenden belegen. Die Belegungszahlen liegen damit um ein Vielfaches höher als im bisherigen Diplomstudiengang. Solche Belegungszahlen sind natürlich auch immer vor dem Hintergrund der alternativen Wahlmöglichkeiten zu sehen; in Düsseldorf muss eines der fünf Bachelor-Wahlmodule im Studiengang „Betriebswirtschaftslehre“ nicht betriebswirtschaftlichen Inhalts sein, während das alte Diplom-Wahlfach auch mit speziellen Betriebswirtschaftslehren konkurrierte. Dennoch können die Belegungszahlen durchaus dahingehend interpretiert werden, dass das angebotene Wahlmodul die Nachfrage nach praxisorientierten Lehrinhalten im Rahmen eines Bachelorstudiengangs gut trifft.

## Literatur

- BAMBERG, Günter, Franz BAUR und Michael KRAPP (<sup>15</sup>2009). *Statistik*. München.
- DEGEN, Horst und Peter LORSCHIED (<sup>2</sup>2002). *Statistik-Lehrbuch mit Wirtschafts- und Bevölkerungsstatistik*. München.
- KRÄMER, Walter (1995). „Was ist faul an der Statistikausbildung an deutschen Wirtschaftsfakultäten?“, *Allgemeines Statistisches Archiv* 79, 196–211.
- KRÄMER, Walter (2001). „Statistik in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften“, *Allgemeines Statistisches Archiv* 85, 187–199.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (2005). „Ländergemeinsame Strukturvorgaben gemäß § 9 Abs. 2 HRG für die Akkreditierung von Bachelor- und Masterstudiengängen“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 10.10.2003 in der Fassung vom 22.09.2005). Berlin.
- LORSCHIED, Peter (2009). „Statistik-Ausbildung im wirtschaftswissenschaftlichen Bachelor-Studium. Eine kommentierte Bestandsaufnahme an deutschen Universitäten“, *Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 3.
- SCHIRA, Josef (<sup>2</sup>2005). *Statistische Methoden der BWL und VWL. Theorie und Praxis*. München.
- SCHMERBACH, Sibylle (2008). „Neues Lehrkonzept Wirtschaftsstatistik im Rahmen der Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen“, *Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 2, 93–104.
- SCHWARZE, Jochen (<sup>11</sup>2009). *Grundlagen der Statistik I. Beschreibende Verfahren*. Herne.
- SCHWARZE, Jochen (<sup>9</sup>2009). *Grundlagen der Statistik II. Wahrscheinlichkeitsrechnung und induktive Statistik*. Herne.
- VON DER LIPPE, Peter und Sibylle SCHMERBACH (2003). „Mehr Wirtschaftsstatistik in der Statistikausbildung für Volks- und Betriebswirte“, *Allgemeines Statistisches Archiv* 87, 325–344.





# **Juristische Fakultät**



# Dekanat



Univ.-Prof. Dr. Dirk Looschelders  
Dekan



Univ.-Prof. Dr. Jan Busche  
Prodekan



Univ.-Prof. Dr. Horst Schlehofer  
Studiendekan



**DIRK LOOSCHELDERS (Dekan)**

## **Neuregelung der Obliegenheiten des Versicherungsnehmers durch das Versicherungsvertragsgesetz 2008**

### **Einführung**

Das deutsche Versicherungsvertragsrecht hat durch das Gesetz über den Versicherungsvertrag (VVG) vom 23. November 2007 (BGBl. I S. 2631) eine grundlegende Neuregelung erfahren. Das am 1. Januar 2008 in Kraft getretene Gesetz hat das Versicherungsvertragsgesetz vom 30. Mai 1908 (RGBl. S. 263) abgelöst, das in weiten Bereichen – namentlich im Hinblick auf die Erfordernisse des Verbraucherschutzes – nicht mehr dem modernen Rechtsdenken entsprach.<sup>1</sup> Das Institut für Versicherungsrecht an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Vorschriften des neuen VVG wissenschaftlich zu untersuchen.<sup>2</sup> Der nachfolgende Beitrag beschäftigt sich mit einem Kernelement der Reform – den Vorschriften über die Obliegenheiten des Versicherungsnehmers (§§ 19–32, 82–83 VVG).

### **Begriff und Funktion der Obliegenheiten**

Den Obliegenheiten des Versicherungsnehmers kommt im Versicherungsvertragsrecht traditionell eine überragende praktische Bedeutung zu. In der Wissenschaft ist der Begriff der Obliegenheiten allerdings seit langem sehr Streitig.<sup>3</sup> Der Gesetzgeber hat bei der Reform von einer Legaldefinition abgesehen, weil er die Weiterentwicklung dieses Instituts durch die Rechtsprechung nicht erschweren wollte.<sup>4</sup> Allgemein handelt es sich bei den Obliegenheiten um Verhaltensanforderungen, die dem Versicherungsnehmer durch den Versicherungsvertrag – insbesondere die Allgemeinen Versicherungsbedingungen (AVB) – oder durch Gesetz auferlegt werden. Ein wesentlicher Zweck der Obliegenheiten besteht in der Begrenzung des versicherten Risikos.<sup>5</sup> Die Obliegenheiten haben insofern eine deutliche Verwandtschaft mit den so genannten subjektiven Risikoausschlüssen (zum Beispiel §§ 81, 103 VVG). Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass das in den subjektiven Risikoausschlüssen bezeichnete Verhalten des Versicherungsnehmers – die vorsätzliche oder

---

<sup>1</sup> Amtliche Begründung des Gesetzentwurfs der Bundesregierung zum Versicherungsvertragsreformgesetz vom 20.12.2006, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 47.

<sup>2</sup> Vgl. Looschelders und Michael (2007: 438).

<sup>3</sup> Zum aktuellen Meinungsstand Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 205 ff.); Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 32 ff.); grundlegend zum Begriff der Obliegenheiten Reimer Schmidt (1953).

<sup>4</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 68.

<sup>5</sup> Zur Risiko begrenzenden Funktion von Obliegenheiten Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 16 ff.).

grob fahrlässige Herbeiführung des Versicherungsfalles – von vornherein nicht oder nur eingeschränkt versichert ist.<sup>6</sup>

Von echten Rechtspflichten unterscheiden sich die Obliegenheiten dadurch, dass der Versicherer keinen klagbaren Anspruch auf ihre Erfüllung hat und im Fall einer Nicht- oder Schlechterfüllung auch keinen Schadensersatzanspruch wegen Pflichtverletzung (§ 280 Abs. 1 BGB) gegen den Versicherungsnehmer geltend machen kann.<sup>7</sup> Dem Versicherungsnehmer wird die Erfüllung der Obliegenheiten also nicht unbedingt (kategorisch) geboten; er muss lediglich bestimmte Rechtsnachteile – insbesondere den Ausschluss oder die Kürzung seines Leistungsanspruchs im Versicherungsfall – in Kauf nehmen, wenn er eine Obliegenheit verletzt. Es handelt sich somit um „bedingte“ (hypothetische) Verhaltensgebote.<sup>8</sup> Für das Verschulden seiner Hilfspersonen muss der Versicherungsnehmer – anders als bei einer Verletzung vertraglicher Rechtspflichten – nicht nach § 278 BGB einstehen; auch nach der Reform gelten vielmehr die gewohnheitsrechtlichen Grundsätze der Repräsentantenhaftung.<sup>9</sup>

### Allgemeine Grundsätze der Neuregelung

Bei der Reform des Rechts der Obliegenheiten hat der Gesetzgeber sich von dem Ziel leiten lassen, die Rechtsstellung des Versicherungsnehmers zu verbessern. So bleibt die einfache Fahrlässigkeit des Versicherungsnehmers nach neuem Recht grundsätzlich folgenlos (anders noch § 6 Abs. 1 VVG a. F.). Die grobe Fahrlässigkeit des Versicherungsnehmers führt im Regelfall nicht mehr zum vollständigen Ausschluss der Leistungspflicht des Versicherers; dieser ist lediglich berechtigt, seine Leistung in einem der Schwere des Verschuldens des Versicherungsnehmers entsprechenden Verhältnis zu kürzen (vgl. etwa § 28 Abs. 2 Satz 2 Hs. 1 VVG).<sup>10</sup> Bei Vorsatz des Versicherungsnehmers tritt grundsätzlich volle Leistungsfreiheit ein; der Versicherungsnehmer kann sich aber damit entlasten, dass sein Verhalten weder für den Versicherungsfall noch für den Umfang der Leistungspflicht des Versicherers ursächlich geworden ist. Eine Ausnahme gilt nur bei Arglist; hier ist der Kausalitätsgegenbeweis aus präventiven Gründen regelmäßig ausgeschlossen (vgl. § 28 Abs. 3 Satz 2 VVG).<sup>11</sup>

Die weitgehende Vereinheitlichung des Rechts der Obliegenheiten darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich bei den einzelnen Vorschriften des neuen VVG zahlreiche schwierige Auslegungsfragen stellen, die noch nicht vollständig geklärt sind. Einige besonders wichtige Problembereiche sollen im Folgenden eingehender behandelt werden.

<sup>6</sup> Zur Abgrenzung Lorenz (2009: 855 ff.); zur praktischen Bedeutung der Unterscheidung Looschelders (2008a: 2 ff.).

<sup>7</sup> Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 206); für Einordnung der Obliegenheiten als vertragliche Nebenpflichten Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 46 ff.).

<sup>8</sup> Zur Bedeutung der Unterscheidung zwischen kategorischen und hypothetischen Imperativen für das Verständnis der Obliegenheiten Looschelders (1999: 208 ff.). Zu den philosophischen Grundlagen dieser Unterscheidung Kant (1785: 414 ff.).

<sup>9</sup> Zur Repräsentantenhaftung Looschelders (<sup>2</sup>2009a: § 17 Rn. 29 ff.); für Anwendung des § 278 BGB aber Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 48); Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: § 6 Rn. 47 ff.).

<sup>10</sup> Ausführlich dazu Looschelders (2009b: 13 ff.); zur entsprechenden Rechtslage bei grob fahrlässiger Herbeiführung des Versicherungsfalles Looschelders (2008a: 1 ff.); Lorenz (2009: 855 ff.)

<sup>11</sup> Zum Überblick vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 49.

## Vorvertragliche Anzeigepflicht des Versicherungsnehmers

Die §§ 19–22 VVG regeln die vorvertragliche Anzeigepflicht des Versicherungsnehmers. Wenn der Versicherer das versicherte Risiko zutreffend kalkulieren will, muss er beim Abschluss des Versicherungsvertrages die gefahrerheblichen Umstände kennen. Dazu gehören bei den Personenversicherungen (Kranken-, Lebens-, Berufsunfähigkeitsversicherung und so weiter) insbesondere die gesundheitlichen Verhältnisse des Versicherungsnehmers. Da die gefahrerheblichen Umstände meist in der Sphäre des Versicherungsnehmers wurzeln, ist der Versicherer insoweit auf dessen Angaben angewiesen.<sup>12</sup> Aus dogmatischer Sicht handelt es sich um eine bloße Obliegenheit. Dem Versicherer steht also kein klagbarer Anspruch auf die Erfüllung der Anzeigepflicht zu.<sup>13</sup>

## Abschaffung der spontanen Anzeigepflicht

Aus Sicht des Versicherungsnehmers besteht das Problem, dass er die Gefahrerheblichkeit eines Umstands nicht immer sicher einschätzen kann. Nach früherem Recht wurde dieses Problem dadurch verschärft, dass der Versicherungsnehmer nicht nur die Fragen des Versicherers beantworten musste; ihn traf vielmehr auch eine „spontane“ Anzeigepflicht.<sup>14</sup> Nach neuem Recht muss der Versicherungsnehmer dagegen nur noch die ihm bekannten Gefahrumstände anzeigen, nach denen der Versicherer in Textform gefragt hat (§ 19 Abs. 1 VVG). Das Risiko einer Fehleinschätzung wird damit auf den Versicherer verlagert.<sup>15</sup>

## Genetische Untersuchungen und Analysen

Ob der Versicherungsnehmer bei einer entsprechenden Frage gehalten ist, dem Versicherer die Ergebnisse einer genetischen Untersuchung oder Analyse anzuzeigen, war bislang sehr umstritten. Die Problematik wirft auch in verfassungsrechtlicher Hinsicht schwierige Fragen auf. Auf der einen Seite ist das Grundrecht des Versicherungsnehmers auf informationelle Selbstbestimmung (Art. 1, 2 Abs. 1 GG) gerade in dem besonders sensiblen Bereich der genetischen Dispositionen zu wahren. Auf der anderen Seite muss aber verhindert werden, dass der Versicherungsnehmer in Kenntnis einer nachteiligen genetischen Disposition eine Lebensversicherung über eine sehr hohe Versicherungssumme schließt, weil dies zu einer unbilligen Belastung nicht nur des Versicherers, sondern auch – und vor allem – der übrigen Mitglieder der Versichertengemeinschaft führen würde. Die herrschende Meinung geht daher davon aus, dass der Versicherer aus verfassungsrechtlichen Gründen nicht gehindert wäre, den Abschluss des Versicherungsvertrages davon abhängig zu machen, dass ihm der Versicherungsnehmer die Ergebnisse eines schon durchgeführten Gentests offenlegt.<sup>16</sup> Die Mitgliedsunternehmen des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GdV) haben sich in einer „Freiwilligen Selbstverpflichtungserklärung“ allerdings dazu verpflichtet, auf die Durchführung und Nutzung von prädiagnostischen

<sup>12</sup> Zur Problemstellung Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 19 Rn. 3); Christian Rolfs, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 19 Rn. 6).

<sup>13</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 64; Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 19 Rn. 1).

<sup>14</sup> Vgl. Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: §§ 16, 17 Rn. 1).

<sup>15</sup> Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 64; Brand (2009: 716).

<sup>16</sup> Vgl. Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: §§ 16, 17 Rn. 8a ff.); Lorenz (1999: 1309 ff.).

Gentests zu verzichten. Eine Ausnahme soll nur bei sehr hohen Versicherungssummen gelten.<sup>17</sup> Der Deutsche Bundestag hat am 24. April 2009 ein Gesetz über genetische Untersuchungen bei Menschen (Gendiagnostikgesetz – GenDB) beschlossen, wonach der Versicherer von den Versicherten grundsätzlich weder die Vornahme genetischer Untersuchungen oder Analysen noch die Mitteilung entsprechender Ergebnisse oder Daten aus bereits vorgenommenen genetischen Untersuchungen oder Analysen verlangen kann (§ 18 Abs. 1 Satz 1 GenDG). Eine Ausnahme gilt für die Lebensversicherung, die Berufsunfähigkeitsversicherung, die Erwerbsunfähigkeitsversicherung und die Pflegeversicherung, sofern eine Leistung von mehr als 300.000 € oder eine Jahresrente von mehr als 30.000 € vereinbart wird (§ 18 Abs. 1 Satz 2 GenDG). Davon abgesehen bleibt die Pflicht zur Anzeige von Vorerkrankungen und Erkrankungen nach §§ 19 bis 22 und 47 VVG in jedem Fall unberührt (§ 18 Abs. 2 GenDG).

### **Allgemeine Rechtsfolgen der Anzeigepflichtverletzung**

Bei der Reform des VVG wurden auch die Rechtsfolgen der Anzeigepflichtverletzung neu geregelt. An erster Stelle steht dabei das Rücktrittsrecht des Versicherers nach § 19 Abs. 2 VVG. Der Rücktritt setzt allerdings voraus, dass der Versicherungsnehmer die Anzeigepflicht vorsätzlich oder grob fahrlässig verletzt hat (§ 19 Abs. 3 VVG). Bei grober Fahrlässigkeit ist der Rücktritt auch dann ausgeschlossen, wenn der Versicherer den Vertrag auch bei Kenntnis der nicht angezeigten Umstände – wenn auch zu anderen Bedingungen – geschlossen hätte. Mit dieser Einschränkung des Rücktrittsrechts will der Gesetzgeber verhindern, dass der Vertrag aufgehoben wird, ohne dass dies aus Sicht des Versicherers wirklich erforderlich ist. Bei vorsätzlicher Anzeigepflichtverletzung ist dem Versicherer ein Festhalten am Vertrag aber in jedem Fall unzumutbar.<sup>18</sup> Ist der Versicherer nach Eintritt eines Versicherungsfalles nach § 19 Abs. 2 VVG vom Versicherungsvertrag zurückgetreten, so entfällt seine Leistungspflicht. Sofern keine Arglist vorliegt, steht dem Versicherungsnehmer aber nach allgemeinen Regeln der Kausalitätsgegenbeweis offen (vgl. § 21 Abs. 2 VVG).

Fällt dem Versicherungsnehmer im Hinblick auf die Verletzung der Anzeigepflicht weder Vorsatz noch grobe Fahrlässigkeit zur Last, so kann der Versicherer den Vertrag nur unter Einhaltung einer Frist von einem Monat für die Zukunft kündigen. Die Kündigungsfrist soll dem Versicherungsnehmer ermöglichen, sich rechtzeitig anderweitigen Versicherungsschutz zu verschaffen.<sup>19</sup> Ebenso wie der Rücktritt ist auch die Kündigung ausgeschlossen, wenn der Versicherer den Vertrag auch bei Kenntnis des nicht angezeigten Umstands geschlossen hätte (§ 19 Abs. 4 Satz 1 VVG). Der Versicherer kann in diesen Fällen aber nach § 19 Abs. 4 Satz 2 VVG verlangen, dass der Vertrag rückwirkend angepasst wird. Die Vertragsanpassung erfolgt dabei vor allem in Form von Risikoausschlüssen oder höheren Prämien. Im Einzelnen muss dabei auf die Geschäftsgrundsätze des jeweiligen Versicherers abgestellt werden.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> Zu den Einzelheiten vgl. Kubiak (2008: 126 ff.).

<sup>18</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 65; Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 19 Rn. 60).

<sup>19</sup> Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 65.

<sup>20</sup> Ausführlich dazu Lange (2008: 60 f.).



## Anfechtung des Versicherungsvertrages bei arglistiger Täuschung

Die Sonderregeln über die vorvertragliche Anzeigepflicht nach §§ 19 ff. VVG haben nicht zuletzt auch den Zweck, den Versicherungsnehmer zu schützen. Ein Rückgriff auf die allgemeinen Institute des BGB ist daher grundsätzlich ausgeschlossen.<sup>21</sup> Eine Ausnahme gilt für den Fall der arglistigen Täuschung. Da der Versicherungsnehmer hier nicht schutzwürdig ist, lässt § 22 VVG die Anfechtung wegen arglistiger Täuschung nach § 123 BGB zu. Der Begriff der Arglist erfordert dabei keine betrügerische Absicht; es reicht das Bewusstsein des Versicherungsnehmers, dass der Versicherer seinen Antrag bei Kenntnis der fraglichen Umstände nicht oder nur zu ungünstigeren Bedingungen annehmen würde.<sup>22</sup>

Ob das Verschweigen von gefahrerheblichen Umständen, nach denen der Versicherer nicht ausdrücklich in Textform gefragt hat, als arglistige Täuschung nach § 22 VVG in Verbindung mit § 123 BGB gewertet werden kann, ist umstritten. Das Problem besteht darin, dass das Verschweigen eines bestimmten Umstands nur bei Vorliegen einer entsprechenden Aufklärungspflicht als arglistige Täuschung qualifiziert werden kann.<sup>23</sup> Soweit eine dem Textformerfordernis genügende Frage des Versicherers fehlt, lässt sich die Aufklärungspflicht aber jedenfalls nicht aus den §§ 19 ff. VVG ableiten. Nach allgemeinen Grundsätzen können Aufklärungspflichten sich allerdings auch aus dem Grundsatz von Treu und Glauben (§ 242 BGB) ergeben.<sup>24</sup> Wie § 22 VVG zeigt, sind die Vorschriften des VVG insoweit nicht abschließend. Da der Versicherungsnehmer sich nach den Wertungen der §§ 19 ff. VVG im Allgemeinen darauf verlassen können muss, dass der Versicherer nach den für ihn relevanten Umständen in Textform gefragt hat, kann eine Aufklärungspflicht aus § 242 BGB aber nur in engen Ausnahmefällen anerkannt werden, in denen das Vertrauen des Versicherungsnehmers auf die Vollständigkeit des Fragenkatalogs aus besonderen Gründen nicht schutzwürdig ist.<sup>25</sup>

## Gefahrerhöhung

Während die vorvertragliche Anzeigepflicht sich auf den Zeitraum bis zur Abgabe der Vertragserklärung des Versicherungsnehmers bezieht, betreffen die Vorschriften über die Gefahrerhöhung (§§ 23–27 VVG) nachträgliche Änderungen der gefahrerheblichen Umstände. Aus dogmatischer Sicht handelt es sich um Sonderregelungen zu den allgemeinen Vorschriften über die Störung der Geschäftsgrundlage (§ 313 BGB).<sup>26</sup>

## Begriff der Gefahrerhöhung

Der Begriff der Gefahrerhöhung wird auch im neuen VVG nicht gesetzlich definiert. Die herrschende Meinung versteht darunter die nachträgliche Schaffung eines Zustands er-

<sup>21</sup> Vgl. Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2008: § 19 Rn. 3); ebenso schon zum alten Recht Bundesgerichtshof, Urteil vom 7.2.2007, in: *Versicherungsrecht* 2007, 630.

<sup>22</sup> Bundesgerichtshof, Urteil vom 28.2.2007, in: *Versicherungsrecht* 2007, 785; Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: § 22 Rn. 4).

<sup>23</sup> Zur Notwendigkeit einer Aufklärungspflicht bei der arglistigen Täuschung durch Unterlassen Jürgen Ellenberger, in Palandt (<sup>68</sup>2009: § 123 Rn. 5).

<sup>24</sup> Vgl. Helmut Heinrichs, in Palandt (<sup>68</sup>2009: § 242 Rn. 37).

<sup>25</sup> Näher dazu Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 22 Rn. 8); Christian Rolfs, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 22 Rn. 10 f.); Brand (2009: 720 f.).

<sup>26</sup> Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 151); zu § 313 BGB vgl. Looschelders (<sup>6</sup>2008b: Rn. 768 ff.).

höher Gefahr, der auf eine solche Dauer angelegt ist, dass er die Grundlage eines neuen natürlichen Gefahrenverlaufs bilden kann und damit geeignet ist, den Eintritt des Versicherungsfalles generell zu fördern.<sup>27</sup> Ein praktisch wichtiges Beispiel ist die Verwendung eines verkehrsunsicheren Fahrzeugs in der Kfz-Haftpflichtversicherung.<sup>28</sup> Eine einmalige Trunkenheitsfahrt führt dagegen nicht zu einer Gefahrerhöhung, weil es insoweit an dem erforderlichen Dauerzustand fehlt.<sup>29</sup> Bei Trunkenheitsfahrten liegt aber eine Obliegenheitsverletzung vor (vgl. § 5 Abs. 1 Nr. 5 Kraftfahrzeug-Pflichtversicherungsverordnung – KfzPflVV, die im Regelfall als grob fahrlässig anzusehen ist. Der Versicherer kann daher im Innenverhältnis gegenüber dem Versicherungsnehmer seine Leistung gemäß § 28 Abs. 2 Satz 2 VVG nach der Schwere des Verschuldens kürzen, wobei die Leistungsfreiheit aus sozialen Gründen aber auf einen Betrag von höchstens 5.000 € beschränkt ist. Gegenüber dem geschädigten Dritten bleibt der Versicherer dagegen gemäß §§ 115, 117 VVG in vollem Umfang zur Leistung verpflichtet.

### Arten der Gefahrerhöhung

Das Gesetz unterscheidet in § 23 VVG zwischen zwei Grundformen der Gefahrerhöhung. Die subjektive Gefahrerhöhung (§ 23 Abs. 1 VVG) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Versicherungsnehmer ohne Einwilligung des Versicherers die Gefahrerhöhung selbst vornimmt oder ihre Vornahme durch einen Dritten gestattet. In diesem Fall liegt die Obliegenheitsverletzung in der Vornahme beziehungsweise der Gestattung der Gefahrerhöhung. Bei der objektiven Gefahrerhöhung (§ 23 Abs. 3 VVG) tritt die Gefahrerhöhung unabhängig vom Willen des Versicherungsnehmers (zum Beispiel durch Naturereignisse oder das Verhalten Dritter) ein. Hier trifft den Versicherungsnehmer die Obliegenheit, die Gefahrerhöhung unverzüglich anzuzeigen, nachdem er davon Kenntnis erlangt hat. Zwischen diesen beiden Grundformen liegt der eher seltene Fall, dass der Versicherungsnehmer die Gefahrerhöhung willentlich vornimmt oder gestattet, ohne dabei den Gefahr erhöhenden Charakter seines Verhaltens zu erkennen. § 23 Abs. 2 VVG stellt diesen Fall der objektiven Gefahrerhöhung gleich. Erkennt der Versicherungsnehmer im Nachhinein, dass er ohne Einwilligung des Versicherers eine Gefahrerhöhung vorgenommen oder gestattet hat, so muss er dies unverzüglich anzeigen.

## Rechtsfolgen einer Verletzung der Obliegenheiten aus § 23 VVG

### Kündigung oder Vertragsanpassung

Kern der Reform des Rechts der Gefahrerhöhung ist die Neuregelung der Rechtsfolgen der Obliegenheitsverletzung. Der Versicherer hat die Wahl, ob er den Vertrag kündigt (§ 24 VVG) oder eine Vertragsanpassung (Prämienerrhöhung, Risikoausschluss) vornimmt (§ 25 VVG). Bei vorsätzlicher oder grob fahrlässiger Verletzung der so genannten „Gefahrstandspflicht“ aus § 23 Abs. 1 VVG ist eine fristlose Kündigung zulässig; im Übrigen

<sup>27</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 23.6.2004, in: *Versicherungsrecht* 2005, 218, 219; Annemarie Matusche-Beckmann, in Bruck und Möller (92008: § 23 Rn. 4); Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (272004: § 23 Rn. 4 ff.).

<sup>28</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 25.2.1970, in: *Versicherungsrecht* 1970, 412; Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 23 Rn. 14) mit weiteren Nachweisen.

<sup>29</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 18.10.1952, in: *Entscheidungen des Bundesgerichtshofes in Zivilsachen* (BGHZ) Bd. 7, 311, 318 ff.; Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (272004: § 23 Rn. 11).

muss der Versicherer eine Kündigungsfrist von einem Monat einhalten. Ebenso wie bei der Kündigungsfrist nach § 19 Abs. 3 Satz 2 VVG geht es auch hier darum, dass der Versicherungsnehmer sich rechtzeitig anderweitigen Versicherungsschutz verschaffen können soll.<sup>30</sup> Anders als bei einer Verletzung der vorvertraglichen Anzeigepflichtverletzung und bei einer Störung der Geschäftsgrundlage nach § 313 BGB hat die Vertragsanpassung aber in den Fällen der Gefahrerhöhung keinen Vorrang gegenüber der Aufhebung des Vertrages. Dem Versicherer steht insoweit vielmehr ein Wahlrecht zu.<sup>31</sup> Der Gesetzgeber wollte dem Versicherer damit eine flexiblere Reaktionsmöglichkeit auf die Gefahrerhöhung einräumen, die den Interessen beider Parteien im Einzelfall am besten gerecht wird. Das Wahlrecht des Versicherers beruht insofern also auf den gleichen Erwägungen wie die Abkehr vom Alles-oder-nichts-Prinzip.<sup>32</sup>

### Leistungsfreiheit des Versicherers

Eine für den Versicherungsnehmer besonders einschneidende Rechtsfolge der Gefahrerhöhung ist die Leistungsfreiheit des Versicherers nach § 26 VVG. Die Regelung folgt grundsätzlich der neuen Konzeption für Obliegenheitsverletzungen. Bei Vorsatz entfällt demnach der Leistungsanspruch des Versicherungsnehmers; bei grober Fahrlässigkeit ist der Versicherer berechtigt, die Leistung nach der Schwere des Verschuldens zu kürzen. Bei der nachträglich erkannten subjektiven Gefahrerhöhung nach § 23 Abs. 2 VVG und der objektiven Gefahrerhöhung nach § 23 Abs. 2 VVG besteht allerdings die Besonderheit, dass der Versicherungsnehmer sich auch im Hinblick auf den Vorsatz entlasten muss (§ 26 Abs. 2 Satz 2 Hs. 1 VVG).<sup>33</sup> Nach den allgemeinen Regeln des neuen Rechts greift die Beweislastumkehr dagegen nur im Hinblick auf grobe Fahrlässigkeit ein (vgl. §§ 26 Abs. 1 Satz 2 Hs. 2, 28 Abs. 2 Satz 2 Hs. 2 VVG). Dahinter steht die Erwägung, dass die Abschaffung des Alles-oder-nichts-Prinzips für die Fälle der groben Fahrlässigkeit nicht durch eine Vorsatzvermutung entwertet werden darf.<sup>34</sup> In der Literatur wird teilweise die Auffassung vertreten, die Vorsatzvermutung nach § 26 Abs. 2 Hs. 1 VVG beruhe auf einem „offensichtlich versehentlich erfolgten gesetzgeberischen Missgriff“, der im Wege der teleologischen Auslegung zu korrigieren sei.<sup>35</sup> Diesem Ansatz kann indes nicht gefolgt werden. Eine Vorsatzvermutung findet sich auch beim Rücktrittsrecht des Versicherers wegen Verletzung der vorvertraglichen Anzeigepflicht (§ 19 Abs. 3 Satz 1 VVG).<sup>36</sup> Die Erstreckung der Beweislastumkehr auf den Vorsatz beruht also keineswegs auf einem einmaligen Versehen des Gesetzgebers. Inhaltlich rechtfertigt sich die Ausweitung der Beweislastumkehr daraus, dass es in beiden Fällen um die Verletzung von Anzeigepflichten geht. Für die Entstehung einer Anzeigepflicht muss der Versicherer aber darlegen und beweisen, dass die betreffenden Umstände dem Versicherungsnehmer bekannt waren. Wird eine Anzeigepflicht trotz positiver Kenntnis verletzt, so spricht eine starke Vermutung für

<sup>30</sup> Vgl. Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 24 Rn. 9); Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 165).

<sup>31</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 68; Loacker (2008: 1287).

<sup>32</sup> Vgl. Annemarie Matusche-Beckmann, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 25 Rn. 2).

<sup>33</sup> Annemarie Matusche-Beckmann, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 26 Rn. 20).

<sup>34</sup> Vgl. Pohlmann (2008: 438).

<sup>35</sup> So Christoph Karczewski, in Ruffer *et al.* (2009: § 26 Rn. 13); Felsch (2007: 488).

<sup>36</sup> Vgl. Peter Schimikowski, in Ruffer *et al.* (2009: § 19 Rn. 26); für eine entsprechende Korrektur des § 19 Abs. 3 Satz 1 VVG aber Christian Rolf, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 19 Rn. 107).

Vorsatz. Der Versicherungsnehmer muss daher Umstände nachweisen, die seinen Vorsatz ausschließen.<sup>37</sup>

### **Kausalitätsgegenbeweis bei Arglist**

Die Leistungsfreiheit des Versicherers ist nach § 26 Abs. 3 Nr. 1 VVG ausgeschlossen, wenn der Versicherungsnehmer den Kausalitätsgegenbeweis erbringt. Anders als bei den anderen Vorschriften über die Leistungsfreiheit wegen Obliegenheitsverletzung (§§ 21 Abs. 2 Satz 2, 28 Abs. 2 Satz 2, 82 Abs. 3 Satz 2 VVG) enthält das Gesetz hier aber keinen Vorbehalt für die Arglist des Versicherungsnehmers. Dies mag darauf beruhen, dass Arglist im Bereich der Gefahrerhöhung eher selten sein dürfte. Die für den Ausschluss des Kausalitätsgegenbeweises bei Arglist streitenden Erwägungen treffen indes auch auf die Fälle der Gefahrerhöhung zu. Es handelt sich somit um eine planwidrige Regelungslücke, die durch eine Gesamtanalogie zu den übrigen Vorschriften über den Kausalitätsgegenbeweis geschlossen werden muss.<sup>38</sup>

## **Verletzung einer vertraglichen Obliegenheit**

### **Überblick**

Die zentrale Regelung über die Verletzung vertraglicher Obliegenheiten findet sich in § 28 VVG. Die Vorschrift begründet keine eigenständigen Obliegenheiten. Sie setzt vielmehr voraus, dass die Parteien im Vertrag – in der Praxis vor allem in den AVB – vereinbart haben, dass der Versicherungsnehmer eine bestimmte Obliegenheit zu erfüllen hat und dass der Versicherer im Fall einer Obliegenheitsverletzung ganz oder teilweise leistungsfrei sein soll. Die Funktion des § 28 VVG besteht dabei darin, die vereinbarten Rechtsfolgen – insbesondere das Ausmaß der Leistungsfreiheit – zu begrenzen.<sup>39</sup> Da § 28 Abs. 1–4 VVG ebenso wie die Vorschriften über die vorvertragliche Anzeigepflicht (§§ 19–22 VVG) und die Gefahrerhöhung (§§ 23–27 VVG) nach § 32 VVG zugunsten des Versicherungsnehmers einseitig zwingenden Charakter hat, können die Rechtsfolgen der Obliegenheitsverletzung vertraglich nicht wirksam verschärft werden. Das Gleiche gilt für die vertragliche Änderung der Beweislastverteilung zum Nachteil des Versicherungsnehmers.<sup>40</sup>

Bei der Begrenzung des zulässigen Umfangs der Leistungsfreiheit orientiert sich § 28 VVG am Grad des Verschuldens des Versicherungsnehmers. Anders als nach altem Recht (§ 6 Abs. 1 VVG a. F.) schadet dem Versicherungsnehmer einfache Fahrlässigkeit generell nicht mehr. Dies beruht auf der Erwägung, dass der Versicherungsnehmer sich mit der Versicherung typischerweise auch vor den Folgen der eigenen Fahrlässigkeit schützen will. Bei Vorsatz ist der Versicherer vollständig leistungsfrei (§ 28 Abs. 2 Satz 1 VVG); die Beweislast trägt insoweit der Versicherer.<sup>41</sup> Nach neuem Recht steht dem Versicherungsnehmer aber auch bei Vorsatz der Kausalitätsgegenbeweis nach § 28 Abs. 3 VVG offen, sofern er nicht arglistig gehandelt hat. Demgegenüber hatte § 6 Abs. 3 VVG a. F. für Oblie-

<sup>37</sup> Vgl. Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2008: § 26 Rn. 15); Pohlmann (2008: 442).

<sup>38</sup> Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2008: § 26 Rn. 19); Leander D. Loacker, in Schwintowski und Brömmelmeyer (2008: § 26 Rn. 17).

<sup>39</sup> Zum Zweck des § 28 VVG Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 4 ff.); Hans-Peter Schwintowski, in Schwintowski und Brömmelmeyer (2008: § 28 Rn. 1 ff.).

<sup>40</sup> Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 230).

<sup>41</sup> Vgl. Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 215).

genheiten, die nach dem Eintritt des Versicherungsfalles zu erfüllen sind, den Kausalitätsgegenbeweis auf den Fall grober Fahrlässigkeit beschränkt. Da diese strikte Rechtsfolge unbillig erschien, hatte die Rechtsprechung allerdings verschiedene Kriterien entwickelt, um den Leistungsausschluss bei vorsätzlichen, aber folgenlosen Obliegenheitsverletzungen nach dem Grundsatz von Treu und Glauben (§ 242 BGB) einzuschränken.<sup>42</sup> Diese so genannte Relevanzrechtsprechung hat der Gesetzgeber sich bei der Ausweitung des Kausalitätsgegenbeweises zum Vorbild gemacht.<sup>43</sup> Das Kausalitätserfordernis geht aber über die bisherige Rechtsprechung hinaus, weil danach nur solche vorsätzlichen Obliegenheitsverletzungen außer Betracht zu bleiben hatten, die generell nicht geeignet waren, die Interessen des Versicherers ernsthaft zu gefährden.<sup>44</sup> Nach § 28 Abs. 3 VVG kommt es dagegen auf die konkrete Kausalität im jeweiligen Einzelfall an.

Das Kernstück des neuen Rechtsfolgensystems bildet § 28 Abs. 2 Satz 2 VVG, wonach der Versicherer bei grober Fahrlässigkeit des Versicherungsnehmers berechtigt ist, seine Leistung in einem der Schwere des Verschuldens des Versicherungsnehmers entsprechenden Verhältnis zu kürzen. Die Beweislast für das Nichtvorliegen grober Fahrlässigkeit trägt nach § 28 Abs. 3 Satz 2 Hs. 2 VVG der Versicherungsnehmer. Dieser kann außerdem – ebenso wie bei Vorsatz – geltend machen, sein Verhalten sei nicht für den Eintritt des Versicherungsfalles oder die Leistungspflicht des Versicherers ursächlich geworden (§ 28 Abs. 3 VVG).

### **Berechnung der Quoten bei grober Fahrlässigkeit**

Nach welchen Grundsätzen die Quoten bei grober Fahrlässigkeit zu berechnen sind, ist noch nicht abschließend geklärt. In der Literatur sind hierzu verschiedene Modelle entwickelt worden,<sup>45</sup> die sehr kontrovers diskutiert werden. Das Problem besteht darin, dass es im deutschen Zivilrecht keine Vorschrift gibt, die eine entsprechende Quotelung vorschreibt. Der Gesetzgeber hat sich insoweit vielmehr am Vorbild des schweizerischen VVG orientiert.<sup>46</sup> Bei der rechtspolitischen Diskussion über das Quotenprinzip wird zwar zum Teil auch auf die Parallelen zum Mitverschulden des Geschädigten (§ 254 BGB) verwiesen.<sup>47</sup> Bei § 254 BGB geht es indessen darum, dass zwei Personen – der Schädiger und der Geschädigte – für einen in zurechenbarer Weise verursachten Schaden verantwortlich sind. Die Quotelung kann daher unter Abwägung der jeweiligen Verursachungsbeiträge erfolgen.<sup>48</sup> Da es auf Seiten des Versicherers an einem zurechenbaren Verursachungsbeitrag fehlt, führt eine solche Abwägung bei Obliegenheitsverletzungen nicht weiter.<sup>49</sup> Die Quotenbildung erfordert vielmehr die Einordnung des Sachverhalts in eine Schwere skala, die auf der einen Seite durch die einfache Fahrlässigkeit und auf der anderen Seite durch

<sup>42</sup> Vgl. dazu Dirk Looschelders und Dirk Olzen, in von Staudinger (2005: § 242 Rn. 1016).

<sup>43</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 69.

<sup>44</sup> Vgl. Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: § 6 Rn. 101). Zum Verhältnis zwischen der Relevanzrechtsprechung und dem Kausalitätserfordernis nach § 28 Abs. 3 VVG vgl. auch Meixner und Steinbeck (2008: § 1 Rn. 218 ff.); Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 160).

<sup>45</sup> Vgl. insbesondere Felsch (2007: 485 ff.); Looschelders (2009b: 13 ff.).

<sup>46</sup> Vgl. Armbrüster (2003: 678 f.).

<sup>47</sup> Vgl. etwa Römer (2006: 741).

<sup>48</sup> Ausführlich zu Quotelung nach § 254 BGB Looschelders (1999: 559 ff.).

<sup>49</sup> Vgl. Looschelders (2008a: 6) zur parallelen Problematik bei grob fahrlässiger Herbeiführung des Versicherungsfalles durch den Versicherungsnehmer (§ 81 Abs. 2 VVG).

den Vorsatz begrenzt wird.<sup>50</sup> Da die Schwere des Verschuldens nicht mathematisch exakt bestimmt werden kann, ist lediglich eine grobe Einordnung möglich.<sup>51</sup> In der Literatur werden teilweise Kürzungsquoten von 0,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  und 1 vorgeschlagen.<sup>52</sup> Dem kann dem Grundsatz nach zugestimmt werden. In einigen wichtigen Fallgruppen der groben Fahrlässigkeit (zum Beispiel bei Rotlichtverstößen im Straßenverkehr) steht jedoch eine Vielzahl von Differenzierungskriterien zur Verfügung, die im Einzelfall eine feinere Abstufung des Verschuldens erlauben können.<sup>53</sup> Hier würde die Einführung fester Kürzungsquoten den Gerichten die notwendige Flexibilität nehmen.

Ein großer Teil der Autoren spricht sich aus Gründen der Praktikabilität dafür aus, bei der Quotenbildung grundsätzlich von einem durchschnittlichen Maß an grober Fahrlässigkeit auszugehen, dem eine Leistungskürzung von 50 Prozent entspricht. Der Versicherer und der Versicherungsnehmer müssten dann jeweils Umstände darlegen und beweisen, die eine höhere oder niedrigere Quote rechtfertigen.<sup>54</sup> Zur Begründung wird darauf verwiesen, dass die nach § 28 Abs. 2 Satz 2 Hs. 2 VVG zu vermutende grobe Fahrlässigkeit eine solche „mittlerer Art und Güte“ sei.<sup>55</sup> Gegen diese Auffassung spricht jedoch, dass die Vermutung des § 28 Abs. 2 Satz 2 Hs. 2 VVG sich allein auf das Vorliegen – also das „Ob“ – der groben Fahrlässigkeit bezieht. Mit Blick auf das Maß der groben Fahrlässigkeit stellt die Gesetzesbegründung ausdrücklich klar, dass die Beweislast beim Versicherer bleiben soll.<sup>56</sup> Dies entspricht wiederum dem Gedanken, dass die Abschaffung des Alles-oder-nichts-Prinzips nicht durch eine zu weit gehende Beweislastumkehr zum Nachteil des Versicherungsnehmers unterlaufen werden soll.

Die vorstehenden Überlegungen haben nicht zur Folge, dass die in § 28 Abs. 2 Satz 2 Hs. 2 VVG vorgesehene Beweislastumkehr funktionslos wird, weil man bei der Quotelung im Zweifel doch immer nur von dem geringsten möglichen Maß an grober Fahrlässigkeit ausgehen kann. Zu beachten ist nämlich, dass die grobe Fahrlässigkeit durch eine erhöhte objektive Erkennbarkeit und Vermeidbarkeit des Sorgfaltsverstößes gekennzeichnet ist.<sup>57</sup> Die objektive Erkennbarkeit und Vermeidbarkeit des Sorgfaltsverstößes wird aber maßgeblich durch das objektive Gewicht der verletzten Obliegenheit geprägt.<sup>58</sup> Da der Versicherer die Obliegenheitsverletzung zu beweisen hat, gibt es in jedem Fall einen ausreichenden Bestand an Kriterien, die eine vorläufige Einordnung des Sachverhalts in die Schwere skala erlauben; der Rückgriff auf einen „Mittelwert“ ist daher entbehrlich. Richtig ist zwar, dass der Begriff der groben Fahrlässigkeit nicht rein objektiv bestimmt werden kann; er-

<sup>50</sup> Ausführlich Looschelders (2009b: 24 ff.).

<sup>51</sup> So im Ausgangspunkt auch Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 193).

<sup>52</sup> Vgl. Meixner und Steinbeck (2008: § 1 Rn. 16); ähnlich Felsch (2008: 492).

<sup>53</sup> Vgl. Looschelders (2009b: 25); zur Möglichkeit weiterer Differenzierungen vgl. auch Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 193).

<sup>54</sup> So Meixner und Steinbeck (2008: § 1 Rn. 216); Joachim Felsch, in Rüffer *et al.* (2009: § 28 Rn. 161 ff.); Felsch (2007: 493); Langheid (2007: 3669).

<sup>55</sup> Felsch (2007: 493).

<sup>56</sup> Vgl. Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 217 ff.); Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 159); Looschelders (2009b: 28 f.); anderer Ansicht Pohlmann (2008: 437 ff.).

<sup>57</sup> Zum Begriff der groben Fahrlässigkeit vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 29.1.2003, in: *Versicherungsrecht* 2003, 364; Deutsch (2004: 1485 ff.); Deutsch (<sup>2</sup>1996: Rn. 421); Looschelders (<sup>6</sup>2008b: Rn. 526).

<sup>58</sup> Zum objektiven Gewicht der Obliegenheitsverletzung als Ausgangspunkt der Quotelung Helmut Heiss, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 28 Rn. 197); Felsch (2007: 493).

forderlich ist vielmehr auch ein erhöhtes Maß an subjektiver Vorwerfbarkeit.<sup>59</sup> Will der Versicherungsnehmer unter diesem Aspekt eine geringere Kürzungsquote erreichen, so muss er aber entsprechende Tatsachen substantiiert vortragen. Da der Versicherer die für die subjektive Komponente der groben Fahrlässigkeit maßgeblichen Umstände meist weder kennen noch ermitteln kann, trifft den Versicherungsnehmer in dieser Hinsicht nämlich eine sekundäre Darlegungslast.<sup>60</sup>

## Obliegenheiten nach Eintritt des Versicherungsfalles

Nach Eintritt des Versicherungsfalles treffen den Versicherungsnehmer die Anzeige- und Auskunftspflichten nach §§ 30, 31 VVG. Darüber hinaus ist er nach § 82 VVG gehalten, nach Möglichkeit für die Abwendung und Minderung des Schadens zu sorgen. Zum Ausgleich steht ihm ein Anspruch auf Aufwendungsersatz gegen den Versicherer aus § 83 VVG zu.

### Anzeige- und Auskunftspflicht des Versicherungsnehmers

#### Anzeige des Versicherungsfalles als Pflicht und Obliegenheit

§ 30 VVG schreibt vor, dass der Versicherungsnehmer den Eintritt des Versicherungsfalles unverzüglich beim Versicherer anzuzeigen hat, nachdem er davon Kenntnis erlangt hat. Die Rechtsnatur dieser „Anzeigespflicht“ ist umstritten. Nach herrschender Meinung handelt es sich um eine Obliegenheit des Versicherungsnehmers.<sup>61</sup> Die Besonderheit besteht darin, dass § 30 VVG – ebenso wie schon § 33 VVG a. F. – keine eigenständige Rechtsfolgenanordnung enthält. In den AVB finden sich allerdings regelmäßig Bestimmungen, die den Versicherungsnehmer zur Anzeige des Versicherungsfalles anhalten und für den Fall einer Verletzung dieser Obliegenheit die Leistungsfreiheit beziehungsweise ein Kürzungsrecht des Versicherers vorsehen. Die Anzeigespflicht stellt damit letztlich keine gesetzliche, sondern eine vertragliche Obliegenheit des Versicherungsnehmers dar, die nach den allgemeinen Regeln des § 28 VVG zu behandeln ist. Nach der Gegenansicht begründet § 30 VVG eine echte Rechtspflicht. Dies hat zur Folge, dass dem Versicherer bei einer Verletzung der Anzeigespflicht ein Schadensersatzanspruch wegen Pflichtverletzung nach § 280 Abs. 1 BGB zustehen kann.<sup>62</sup>

Der amtlichen Begründung ist zu entnehmen, dass der Gesetzgeber von der Anwendbarkeit des § 28 VVG ausgegangen ist. Auf der anderen Seite hält der Gesetzgeber aber auch einen Schadensersatzanspruch des Versicherers – zumindest gegen den nach § 30 Abs. 1 Satz 2 VVG anzeigepflichtigen Dritten – für möglich.<sup>63</sup> Dies spricht dafür, der Anzeigespflicht eine Doppelnatur als Rechtspflicht und Obliegenheit zuzubilligen.<sup>64</sup> Zu beachten ist

<sup>59</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 10.2.2009, in: *Neue Juristische Wochenschrift* 2009, 1482, 1485; ständige Rechtsprechung; aus der Literatur Stefan Grundmann, in *Münchener Kommentar* (<sup>5</sup>2007: § 276 Rn. 95).

<sup>60</sup> Vgl. Looschelders (2009b: 29).

<sup>61</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 70; Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 216).

<sup>62</sup> Vgl. Christoph Brömmelmeyer, in Bruck und Möller (<sup>9</sup>2008: § 30 Rn. 5); Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: § 33 Rn. 9); Heinrich Dörner, in Berlin Kommentar zum VVG (1999: § 33 Rn. 3).

<sup>63</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 70.

<sup>64</sup> Vgl. Heinrich Dörner, in Berliner Kommentar zum VVG (1999: § 33 Rn. 3); Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 30 Rn. 3); Hans-Peter Schwintowski, in Schwintowski und Brömmelmeyer (2008: § 30 Rn. 19).

allerdings, dass der Schutz des Versicherungsnehmers durch § 28 VVG nicht im Wege des Rückgriffs auf den allgemeinen Schadensersatzanspruch aus § 280 Abs. 1 BGB unterlaufen werden darf. Der Versicherungsnehmer müsste sonst schon für einfache Fahrlässigkeit einstehen; grobe Fahrlässigkeit würde nicht bloß zu einer dem Maß seines Verschuldens entsprechenden Kürzung der Leistung, sondern zur vollen Ersatzpflicht führen. Um solche Wertungswidersprüche zu vermeiden, wird in der Literatur zum Teil vorgeschlagen, den Schadensersatzanspruch aus § 280 Abs. 1 BGB auf vorsätzliche Pflichtverletzungen des Versicherungsnehmers zu beschränken.<sup>65</sup> Auch bei Vorsatz können sich jedoch Spannungen mit § 28 VVG ergeben. Vorzugswürdig erscheint daher, den § 28 VVG im Verhältnis zwischen dem Versicherungsnehmer und dem Versicherer als Sondervorschrift für alle Nachteile anzusehen, die dem Versicherer im Hinblick auf seine Leistungspflicht entstehen.<sup>66</sup>

### **Auskunftspflicht des Versicherungsnehmers**

Die Auskunftspflicht des Versicherungsnehmers nach § 31 VVG unterscheidet sich von der Anzeigepflicht nach § 30 VVG dadurch, dass sie nicht „spontan“ mit dem Eintritt des Versicherungsfalles entsteht, sondern ein entsprechendes Verlangen des Versicherers voraussetzt. Man spricht daher auch von einer „verhaltenen“ Obliegenheit.<sup>67</sup> Ebenso wie bei § 30 VVG sieht das Gesetz auch bei § 31 VVG keine eigenständige Rechtsfolgeanordnung vor. Der Gesetzgeber ist auch hier davon ausgegangen, dass der Versicherer in seinen AVB entsprechende Obliegenheiten vorsieht, die dann nach § 28 VVG zu beurteilen sind.<sup>68</sup> In der Literatur wird auch im Hinblick auf § 31 VVG die Auffassung vertreten, dem Versicherer könne bei vorsätzlicher Pflichtverletzung ein Schadensersatzanspruch aus § 280 Abs. 1 BGB gegen den Versicherungsnehmer zustehen.<sup>69</sup> Für Nachteile des Versicherers in Bezug auf die Entstehung oder den Umfang seiner Leistungspflicht wird § 280 Abs. 1 BGB jedoch auch hier im Verhältnis zum Versicherungsnehmer durch § 28 VVG als *lex specialis* verdrängt.<sup>70</sup>

## **Rettungsobliegenheit und Ersatz der Rettungskosten**

### **Rechtsnatur**

Die Unsicherheiten hinsichtlich der Rechtsnatur setzen sich bei der Pflicht des Versicherungsnehmers zur Abwendung und Minderung des Schadens nach § 82 VVG fort. Der historische Gesetzgeber von 1908 ist bei der Schaffung der Vorgängervorschrift des § 62 VVG a. F. davon ausgegangen, dass es sich um eine echte Rechtspflicht handle; im Fall einer Verletzung der so genannten „Rettungspflicht“ sollte dem Versicherer ein Schadensersatzanspruch zustehen, den er gegen den Anspruch des Versicherungsnehmers auf die Versicherungsleistung aufrechnen konnte.<sup>71</sup> Erst der durch die Verordnung vom 19. Dezember

<sup>65</sup> So Christoph Brömmelmeyer, in Bruck und Möller (92008: § 30 Rn. 48).

<sup>66</sup> Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 30 Rn. 3); gegen einen Schadensersatzanspruch auch Hans-Peter Schwintowski, in Schwintowski und Brömmelmeyer (2008: § 30 Rn. 19).

<sup>67</sup> Christoph Brömmelmeyer, in Bruck und Möller (92008: § 31 Rn. 21).

<sup>68</sup> Vgl. Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 70 mit Hinweis auf die Bemerkungen zu § 30.

<sup>69</sup> Christoph Brömmelmeyer, in Bruck und Möller (92008: § 31 Rn. 101).

<sup>70</sup> Vgl. Dirk Looschelders, in Looschelders und Pohlmann (2009: § 31 Rn. 4).

<sup>71</sup> Vgl. Motive zum Versicherungsvertragsgesetz von 1908, Nachdruck 1963, S. 136.



1939 (RGBl. I S. 2443) eingefügte § 62 Abs. 2 VVG a. F. sah die für Obliegenheitsverletzungen nach damaligem Recht typische Rechtsfolge – Leistungsausschluss bei Vorsatz und grober Fahrlässigkeit – vor.<sup>72</sup> Diese Rechtsfolge wurde bei der Reform von 2008 an die neue Grundstruktur – insbesondere das Quotenprinzip bei grober Fahrlässigkeit<sup>73</sup> – angepasst. Anders als § 62 Abs. 1 VVG a. F. spricht § 82 Abs. 1 VVG auch nicht mehr von einer „Verpflichtung“ des Versicherungsnehmers. Es heißt vielmehr neutraler, der Versicherungsnehmer habe bei Eintritt des Versicherungsfalles für die Abwendung und Minderung des Schadens „zu sorgen“. Dies bestätigt die Einordnung der Vorschrift als gesetzliche Obliegenheit.<sup>74</sup> Aus dogmatischer Sicht weist § 82 VVG eine gewisse Verwandtschaft mit der Schadensminderungspflicht des Geschädigten nach § 254 Abs. 2 Satz 1 BGB auf.<sup>75</sup> Auch dort handelt es sich nach herrschender Meinung um eine Obliegenheit.<sup>76</sup>

### **Aufgabe der Vorstreckungstheorie bei der Rettungsobliegenheit**

Zu welchem Zeitpunkt die Rettungsobliegenheit einsetzt, ist seit langem umstritten. Aus der Wendung „bei [dem] Eintritt des Versicherungsfall[e]s“ in § 82 Abs. 1 VVG (§ 62 Abs. 1 VVG a. F.) folgt, dass der Eintritt des Versicherungsfalles jedenfalls noch nicht abgeschlossen sein muss. Dies entspricht auch dem Sinn der Rettungsobliegenheit, den aus dem Versicherungsfall resultierenden Schaden nach Möglichkeit abzuwenden oder zu mindern. In Bezug auf die Sachversicherung hatten Rechtsprechung und herrschende Lehre vor der Reform die Auffassung entwickelt, dass die Rettungsobliegenheit nach § 62 VVG a. F. bereits dann eingreift, wenn der Eintritt des Versicherungsfalles unmittelbar bevorsteht.<sup>77</sup> Dahinter stand das Bestreben, dem Versicherungsnehmer auch dann einen Aufwendungsersatzanspruch aus § 63 VVG a. F. zu verschaffen, wenn der Versicherungsfall bei Vornahme der Rettungshandlung zwar noch nicht eingetreten war, aber doch wenigstens unmittelbar bevorstand.<sup>78</sup> Dieses Vorgehen hatte freilich den Nachteil, dass die Einstandspflicht des Versicherungsnehmers durch die Vorverlagerung der Rettungsobliegenheit gegenüber den vor Eintritt des Versicherungsfalles maßgeblichen Regeln über die schuldhaft Herbeiführung des Versicherungsfalles (§ 61 VVG a. F. = § 81 VVG n. F.) deutlich verschärft wurde.<sup>79</sup>

Der Gesetzgeber hat das Problem bei der VVG-Reform dadurch gelöst, dass er dem Versicherungsnehmer in der Sachversicherung einen erweiterten Aufwendungsersatzanspruch nach § 90 VVG zubilligt. Der Versicherungsnehmer kann danach auch den Ersatz solcher Aufwendungen verlangen, die er zur Abwendung oder Minderung eines unmittelbar bevorstehenden Versicherungsfalles gemacht hat. § 82 Abs. 1 VVG spricht zwar ebenso wie § 62 Abs. 1 VVG a. F. davon, dass die Rettungspflicht „bei“ Eintritt des Versicherungsfalles ein-

<sup>72</sup> Zur Entwicklung des § 62 VVG a. F. vgl. Hans Möller, in Bruck und Möller (<sup>8</sup>1980: § 62 Rn. 1 und 4).

<sup>73</sup> Dazu Looschelders (2009c: 848 ff.).

<sup>74</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 12.7.1972, in: *Versicherungsrecht* 1972, 1039, 1040; Looschelders (2009c: 836); Deutsch (<sup>6</sup>2008: Rn. 211, 281); Meixner und Steinbeck (2008: § 2 Rn. 22); für Annahme einer Rechtsspflicht noch Jürgen Prölss, in Prölss und Martin (<sup>27</sup>2004: § 6 Rn. 30) zu § 62 VVG a. F.

<sup>75</sup> Zu dieser Parallele Reimer Schmidt (1953 : 219 ff.); zu den Unterschieden Looschelders (2009c: 837 f.).

<sup>76</sup> Zur dogmatischen Einordnung des § 254 Abs. 2 Satz 1 BGB vgl. Looschelders (1999: 458 ff.).

<sup>77</sup> Vgl. Bundesgerichtshof, Urteil vom 20.2.1991, *Entscheidungen des Bundesgerichtshofes in Zivilsachen* (BGHZ) Bd. 113, 359, 361; Roland Michael Beckmann, in Berliner Kommentar zum VVG (1999: § 62 Rn. 40).

<sup>78</sup> Vgl. Wolfgang Römer, in Römer und Langheid (<sup>2</sup>2003: § 62 Rn. 2).

<sup>79</sup> Zur Kritik vgl. Knappmann (2002: 129 ff.).

setzt. Aus der Einführung des erweiterten Aufwendungsersatzanspruchs in § 90 VVG folgt aber, dass die Vorerstreckungstheorie im Hinblick auf den Beginn der Rettungsobliegenheit als solcher unter der Geltung des neuen VVG nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Denn der Gesetzgeber hat den Anwendungsbereich dieser Theorie mit § 90 VVG bewusst auf den Aufwendungsersatz begrenzt, weil eine Vorverlegung der Rettungsobliegenheit den Versicherungsnehmer unangemessen benachteiligen würde.<sup>80</sup> Für den Bereich der Haftpflichtversicherung sieht das neue VVG keine vergleichbare Regelung vor. Die amtliche Begründung verweist darauf, dass die Erstreckung des § 90 VVG auf anderen Bereiche der Schadensversicherung zu „teilweise nicht überschaubare Konsequenzen [führen] und [. . .] in die Produktgestaltung der Versicherer eingreifen“ würde.<sup>81</sup> Die damit angesprochenen Probleme lassen sich am Beispiel der Rückrufkosten für fehlerhafte Produkte bei der Produkthaftpflichtversicherung verdeutlichen. Nach derzeitiger Praxis müssen die Rückrufkosten durch eine spezielle Rückrufkostenversicherung gedeckt werden. Nach der Vorerstreckungstheorie könnten die Versicherer verpflichtet sein, die Rückrufkosten bereits unter dem Aspekt des (erweiterten) Aufwendungsersatzes zu bezahlen.<sup>82</sup> Eine Erweiterung der Rettungsobliegenheit als solcher kommt in der Haftpflichtversicherung schon deshalb nicht in Betracht, weil der Versicherungsnehmer sonst vor Eintritt des Versicherungsfalles entgegen den Wertungen des § 103 VVG auch für grobe Fahrlässigkeit einstehen müsste.<sup>83</sup>

## Fazit

Bei der Reform des VVG ist das deutsche Recht der Obliegenheiten in zahlreichen wesentlichen Punkten verbessert worden. Der Gesetzgeber hat sich dabei sehr intensiv darum bemüht, die Regelungen so auszugestalten, dass der Rechtsanwender im Einzelfall einen angemessenen Ausgleich zwischen den Interessen des Versicherungsnehmers und denen des Versicherers herstellen kann. Die Regelungen sind dabei aber zum Teil überaus kompliziert. Im Detail finden sich außerdem einige Unklarheiten und Widersprüche. Mit Blick auf eine mögliche Europäisierung des Versicherungsvertragsrechts bleibt die Frage, inwieweit sich die komplexen Lösungen des deutschen VVG den anderen Mitgliedstaaten vermitteln lassen. Insofern erscheinen rechtsvergleichende Untersuchungen in Zukunft besonders dringlich.

## Literatur

- ARMBRÜSTER, Christian (2003). „Abstufungen der Leistungsfreiheit bei grob fahrlässigem Verhalten des Versicherungsnehmers“, *Versicherungsrecht*, 675–682.
- BECKMANN, Roland Michael (1997). „Versicherungsschutz für Rückrufkosten – unter besonderer Berücksichtigung eines Anspruchs auf Ersatz von Rettungskosten gemäß §§ 62, 63 VVG“, *Recht und Schaden*, 265–269.
- BERLINER KOMMENTAR ZUM VERSICHERUNGSVERTRAGSGESETZ (1999), herausgegeben von Heinrich HONSELL. Berlin u. a.

<sup>80</sup> Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 82.

<sup>81</sup> Amtliche Begründung, Bundestagsdrucksache 16/3945 S. 83.

<sup>82</sup> Vgl. Beckmann (1997: 265 ff.).

<sup>83</sup> Looschelders (2009c: 839).

- BRAND, Oliver (2009). „Grenzen der vorvertraglichen Anzeigepflichten des Versicherungsnehmers“, *Versicherungsrecht*, 715–721.
- BRUCK, Ernst und Hans MÖLLER (Begründer) (<sup>8</sup>1980). *Versicherungsvertragsgesetz*, herausgegeben von Karl SIEG *et al.*, Bd. 2, §§ 49–80 VVG. Berlin.
- BRUCK, Ernst und Hans MÖLLER (Begründer) (<sup>9</sup>2008). *Versicherungsvertragsgesetz*, herausgegeben von Horst BAUMANN *et al.*, Bd. 1, Einführung, §§ 1–32. Berlin.
- DEUTSCH, Erwin (<sup>2</sup>1996). *Allgemeines Haftungsrecht*. Köln u. a.
- DEUTSCH, Erwin (2004). „Die grobe Fahrlässigkeit im künftigen Versicherungsvertragsrecht“, *Versicherungsrecht* 2004, 1485–1488.
- DEUTSCH, Erwin (<sup>6</sup>2008). *Das neue Versicherungsvertragsrecht*. Karlsruhe.
- FELSCH, Joachim (2007). „Neuregelung von Obliegenheiten und Gefahrerhöhung“, *Recht und Schaden*, 485–497.
- KANT, Immanuel (1785). *Grundlegung zur Metaphysik der Sitten*, in: *Gesammelte Schriften*, herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin, Bd. IV, 1910 ff.
- KNAPPMANN, Ulrich (2002). „Rettungsobliegenheit und Rettungskostenersatz bei der Vorerstreckung“, *Versicherungsrecht*, 129–132.
- KUBIAK, Simon (2008). *Gendiagnostik bei Abschluss von Privatversicherungen*. Baden-Baden.
- LANGE, Oliver (2008). „Die vorvertragliche Anzeigepflicht nach der VVG-Reform“, *Recht und Schaden*, 56–61.
- LANGHEID, Theo (2007). „Die Reform des Versicherungsvertragsgesetzes – 1. Teil: Allgemeine Vorschriften“, *Neue Juristische Wochenschrift*, 3665.
- LOACKER, Leander D. (2008). „Die Gefahrerhöhung nach der VVG-Reform“, *Versicherungsrecht*, 1285–1292.
- LOOSCHELDERS, Dirk (1999). *Die Mitverantwortlichkeit des Geschädigten im Privatrecht*. Tübingen.
- LOOSCHELDERS, Dirk und Lothar MICHAEL (2007). „Zur Gründung eines Instituts für Versicherungsrecht“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006/2007*. Düsseldorf, 437–442.
- LOOSCHELDERS, Dirk (2008a). „Schuldhaftes Herbeiführen des Versicherungsfalls nach der VVG-Reform“, *Versicherungsrecht*, 1–7.
- LOOSCHELDERS, Dirk (<sup>6</sup>2008b). *Schuldrecht Allgemeiner Teil*. Köln u. a.
- LOOSCHELDERS, Dirk (<sup>2</sup>2009a). „Haftung des Versicherungsnehmers für Dritte“, in: Roland Michael BECKMANN und Annemarie MATUSCHE-BECKMANN (Hrsg.). *Versicherungsrechts-Handbuch*. München, 873–912.
- LOOSCHELDERS, Dirk (2009b). „Quotelung bei Obliegenheitsverletzungen: Alles, Nichts oder die Hälfte“, *Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft* 98, 13–33.
- LOOSCHELDERS, DIRK (2009c). „Rettungsobliegenheit des Versicherungsnehmers und Ersatz der Rettungskosten nach dem neuen VVG“, in: Hans-Jürgen AHRENS *et al.* (Hrsg.), *Medizin und Haftung*. Festschrift für Erwin Deutsch. Berlin und Heidelberg, 835–854.
- LOOSCHELDERS, Dirk und Petra POHLMANN (Hrsg., 2009). *VVG-Taschenkommentar*. Köln u. a.
- LORENZ, Egon (1999). „Zur Berücksichtigung genetischer Tests und ihrer Ergebnisse beim Abschluss von Personenversicherungen“, *Versicherungsrecht*, 1309–1315.
- LORENZ, Egon (2009). „Zur quotalen Kürzung der Leistungspflicht des Versicherers bei grob fahrlässiger Herbeiführung des Versicherungsfalls durch den Versicherungsnehmer“, in: Hans-Jürgen AHRENS *et al.* (Hrsg.). *Medizin und Haftung*. Festschrift für Erwin Deutsch. Berlin und Heidelberg, 855–868.
- MEIXNER, Oliver und René STEINBECK (2008). *Das neue Versicherungsvertragsrecht*. München.

- MÜNCHENER KOMMENTAR ZUM BÜRGERLICHEN GESETZBUCH (<sup>5</sup>2007). Bd. 2: Schuldrecht Allgemeiner Teil, herausgegeben von Franz Jürgen SÄCKER und Roland RIXECKER. München.
- PALANDT, Otto (Begründer) (<sup>68</sup>2009). *Bürgerliches Gesetzbuch*. München.
- POHLMANN, Petra (2008). „Beweislast für das Verschulden des Versicherungsnehmers bei Obliegenheitsverletzungen“, *Versicherungsrecht*, 437–443.
- PRÖLSS, Erich R. und Anton MARTIN (Begründer) (<sup>27</sup>2004). *Versicherungsvertragsgesetz*. München.
- RÖMER, Wolfgang und Theo LANGHEID (<sup>2</sup>2003). *Versicherungsvertragsgesetz*. München.
- RÖMER, Wolfgang (2006). „Zu ausgewählten Problemen der VVG-Reform nach dem Referentenentwurf vom 13. März 2006 (Teil I)“, *Versicherungsrecht*, 740–745.
- RÜFFER, Wilfried, Dirk HALBACH und Peter SCHIMIKOWSKI (Hrsg., 2009). *Versicherungsvertragsgesetz*. Baden-Baden.
- SCHMIDT, Reimer (1953). *Die Obliegenheiten*.
- SCHWINTOWSKI, Hans Peter und Christoph BRÖMMELMEYER (Hrsg., 2008). *Praxiskommentar zum Versicherungsvertragsrecht*. Münster.
- STAUDINGER, Julius VON (Begründer) (2005). *Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch*, Buch 2, Recht der Schuldverhältnisse, Einleitung zu §§ 241 ff., §§ 241–243, Neubearbeitung. Berlin.

## HORST SCHLEHOFER

# Die hypothetische Einwilligung – Rechtfertigungs- oder Strafunrechtsausschließungsgrund für einen ärztlichen Eingriff?

### Der ärztliche Eingriff in der Rechtsprechung: Rechtfertigungsbedürftige Körperverletzung

Die ärztliche Behandlung, die die körperliche Unversehrtheit des Patienten mit Wissen und Willen des Arztes mehr als nur unerheblich beeinträchtigt, erfüllt nach der deutschen Rechtsprechung den Straftatbestand der vorsätzlichen Körperverletzung gemäß § 223 Abs. 1 StGB: den einer vorsätzlichen „körperlichen Misshandlung“ und „Gesundheitsschädigung“.<sup>1</sup> Das gilt entgegen einer in der Rechtswissenschaft verbreiteten Ansicht<sup>2</sup> selbst dann, wenn es sich um einen Heileingriff handelt, der *lege artis* durchgeführt wird und das Befinden des Patienten bessert. Allerdings ist damit entgegen dem ersten Anschein noch kein negatives Werturteil über die ärztliche Behandlung gefällt. Rechtlich bewertet wird eine tatbestandsmäßige Tat erst durch ihre Beurteilung als rechtswidrig oder rechtmäßig. Und an der Rechtswidrigkeit fehlt es, wenn die Tat durch einen Rechtfertigungsgrund gedeckt ist. Als solcher kommt beim ärztlichen Eingriff insbesondere die wirksame Einwilligung des Patienten in Betracht.<sup>3</sup> Denn der mit wirksamer Einwilligung des Patienten durchgeführte Eingriff ist nach § 228 StGB nur dann rechtswidrig, wenn die Tat trotz der Einwilligung gegen die guten Sitten verstößt.

### Die Aufklärung des Patienten – Voraussetzung einer rechtfertigenden Einwilligung

Eine die Rechtswidrigkeit ausschließende Einwilligung setzt jedoch neben anderem voraus, dass der Patient die Bedeutung des Eingriffs, insbesondere den Grund, die Art, den Umfang und die möglichen Folgen kennt.<sup>4</sup> Denn nur *soweit* sich der Patient für einen Eingriff entscheidet, kann die Entscheidung den Eingriff rechtfertigen. Das erschließt sich aus dem Grund, aus dem die wirksame Einwilligung rechtfertigt. Er liegt darin, dass die Einwilligung ein strafrechtlich schützenswertes Interesse an der Erhaltung des betroffenen Rechtsguts – genauer daran, dass kein anderer das Rechtsgut verletzt – entfallen lässt. Der

<sup>1</sup> Bundesgerichtshof (2009: 47), Bundesgerichtshof (2008: 189), Bundesgerichtshof (2004: 16), Bundesgerichtshof (1996: 34 mit weiteren Nachweisen aus der Rechtsprechung).

<sup>2</sup> Mit Unterschieden im Einzelnen Lackner und Kühl (<sup>26</sup>2007: § 223 Rn. 8), Leipziger Kommentar/Lilie (<sup>11</sup>2005: Vor § 223 Rn. 3 ff.), Otto (<sup>7</sup>2005: § 15 Rn. 11), Schönke/Schröder/Eser (<sup>27</sup>2006: § 223 Rn. 32 ff.).

<sup>3</sup> Nach einer in der Literatur vertretenen Ansicht schließt die Einwilligung sogar schon den Tatbestand aus; siehe Münchener Kommentar/Schlehofer (2003: Vor §§ 32 ff. Rn. 102 ff.), Rönau (2001: 124 ff.), Roxin (<sup>4</sup>2006: § 13 Rn. 11 ff.).

<sup>4</sup> Bundesgerichtshof (2009: 47); Schöch (2007: 49 ff.), Ulsenheimer (<sup>4</sup>2008: Rn. 60 ff.).

Patient etwa, der umfassend aufgeklärt in eine medizinisch notwendige Blinddarmoperation einwilligt, hat gegenüber dem Arzt kein Interesse mehr an der unversehrten Erhaltung seines gegenwärtigen krankhaften körperlichen Zustands, sondern im Gegenteil ein Interesse daran, dass dieser durch einen Heileingriff beseitigt wird. Das Interesse des zur Disposition über das Rechtsgut Berechtigten – des Rechtsgutsinhabers oder seines Stellvertreters – an der Erhaltung des betroffenen Rechtsguts fällt aber nur insoweit weg, wie er das Rechtsgut dem Eingriff preisgibt. Willigt eine Patientin beispielsweise darin ein, dass ihr ein Myom aus der Gebärmutter entfernt wird, so gibt sie ihre körperliche Unversehrtheit nur begrenzt auf diesen Eingriff preis. Ein weiter gehender Eingriff wie die Entfernung der gesamten Gebärmutter ist davon nicht gedeckt, das Interesse der Patientin, ihre körperliche Unversehrtheit *insoweit* zu erhalten, trotz der Einwilligung gegeben.<sup>5</sup>

Die danach für eine wirksame Einwilligung notwendige Kenntnis von Grund, Art, Umfang und möglichen Folgen eines ärztlichen Eingriffs wird ein Patient von sich aus aber regelmäßig nicht haben. Die Rechtsprechung verpflichtet den Arzt daher grundsätzlich, den Patienten vor dem Eingriff entsprechend aufzuklären.<sup>6</sup> Unterlässt er das und verkennt der Patient dadurch die Bedeutung des Eingriffs, ist seine Zustimmung strafrechtlich wirkungslos. Sie bezieht sich dann nicht auf den wirklichen Eingriff, sondern auf den, den der Patient sich irrig vorgestellt hat. Es liegt gar keine Einwilligung in den tatsächlichen Eingriff vor. So war es beispielsweise in einem Fall, der dem Bundesgerichtshof (BGH) im Jahr 2003 zur Entscheidung vorlag:<sup>7</sup> Eine Patientin hatte sich wegen eines vermutlichen Bandscheibenvorfalles in eine Klinik begeben. Dort wurden bei ihr zwei Bandscheibenvorfälle diagnostiziert, ein schwerer und ein leichter. Der schwere sollte operativ behandelt werden. Die operierende Ärztin entfernte versehentlich jedoch nicht den schweren, sondern den leichten Bandscheibenvorfall. Am nächsten Tag traten bei der Patientin bedingt durch den schweren Vorfall Lähmungserscheinungen in den Beinen auf. Bei erneuten Untersuchungen stellte sich die Verwechslung heraus. Die Ärztin verschwieg sie der Patientin aber und spiegelte ihr vor, dass ein neuer Vorfall aufgetreten sei, der operiert werden müsse. Die Patientin willigte in die Operation ein. Tatsächlich beseitigte die Ärztin bei dieser den ursprünglichen schweren Bandscheibenvorfall. – Hier war die zweite Operation nicht von einer Einwilligung der Patientin gedeckt. Sie hatte sich einen anderen Eingriff als den tatsächlichen vorgestellt. Der BGH hat die Einwilligung deshalb für unwirksam erklärt.

### **Rechtfertigung oder Strafunrechtsausschluss kraft hypothetischer Einwilligung bei unzureichender Aufklärung?**

Allerdings lässt der BGH in solchen Fällen einer wegen unzureichender Aufklärung unwirksamen Einwilligung einen Rechtswidrigkeitsausschluss kraft hypothetischer Einwilligung zu. Die Rechtswidrigkeit entfällt auch, „wenn der Patient bei wahrheitsgemäßer Aufklärung in die tatsächlich durchgeführte Operation eingewilligt hätte“. Sofern Zweifel daran verblieben, sei „nach dem Grundsatz ‚in dubio pro reo‘ zu Gunsten des Arztes davon auszugehen, dass die Einwilligung auch bei ordnungsgemäßer Aufklärung erfolgt wäre“.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> Vgl. Bundesgerichtshof (1958: 111 ff.).

<sup>6</sup> Bundesgerichtshof (2009: 47).

<sup>7</sup> Bundesgerichtshof (2004: 16).

<sup>8</sup> Bundesgerichtshof (2004: 17).

Allerdings postuliert der BGH diesen Rechtswidrigkeitsausschluss nur; eine schlüssige Begründung gibt er nicht. Es bleibt deshalb unklar, ob die Rechtsordnung einer hypothetischen Einwilligung wirklich rechtfertigende oder zumindest strafunrechtsausschließende Kraft gibt. Auch in der Wissenschaft ist das noch nicht abschließend geklärt. Manche meinen, eine Rechtsgrundlage gefunden zu haben,<sup>9</sup> andere bestreiten die Existenz einer solchen.<sup>10</sup>

Das Problem ergibt sich daraus, dass das Gesetz die hypothetische Einwilligung zwar nicht ausdrücklich als Rechtfertigungs- oder Strafunrechtsausschließungsgrund anerkennt, aber möglicherweise Regelungen trifft, aus denen sich schließen lässt, dass sie rechtfertigend oder strafunrechtsausschließend wirkt.

### **Rechtfertigung kraft hypothetischer Einwilligung?**

Eine Rechtfertigung könnte sich aus einer Analogie zu rechtlich anerkannten Rechtfertigungsgründen ergeben. Voraussetzungen für eine solche Analogie sind nach dem Gleichbehandlungsgebot des Art. 3 Abs. 1 GG und dem Bestimmtheitsgebot des Art. 103 Abs. 2 GG, dass das Gesetz eine systemwidrige Regelungslücke hat, der gesetzlich geregelte und der nicht geregelte Fall rechtlich gleich zu behandeln sind und eine Analogie nicht durch das Bestimmtheitsgebot gesperrt ist.<sup>11</sup>

Zweifelhaft ist aber schon, ob das Fehlen einer gesetzlichen Rechtfertigungsregelung für die hypothetische Einwilligung eine systemwidrige Lücke ist – eine Lücke, die nach dem System der Rechtfertigungsgründe nicht vorhanden sein dürfte. Das ist es nur dann, wenn im Fall der hypothetischen Einwilligung ebenso ein rechtlich anerkannter Grund für den Ausschluss des Unrechts gegeben ist wie in den Fällen der Rechtfertigungsgründe. Es könnte Gründe geben, die rechtliche Missbilligung des tatbestandlichen Erfolges – das so genannte Erfolgsunrecht – und die rechtliche Missbilligung des tatbestandlichen Verhaltens – das so genannte Verhaltensunrecht – auszuschließen. An der (vollständigen) Rechtswidrigkeit der vollendeten Tat würde es auch schon fehlen, wenn eine dieser Unrechtskomponenten nicht gegeben ist, das Erfolgsunrecht oder das Verhaltensunrecht. Denn die Rechtswidrigkeit der vollendeten Tat setzt beide Unrechtskomponenten voraus.

### **Ausschluss des Erfolgsunrechts?**

Bei einer hypothetischen Einwilligung könnte es zum einen wie bei einer tatsächlichen Einwilligung an einem Grund fehlen, den tatbestandlichen Erfolg rechtlich zu missbilligen.<sup>12</sup> Bei einer tatsächlichen Einwilligung besteht kein Grund, den Erfolg rechtlich zu missbilligen, weil mit der Einwilligung ein rechtlich schützenswertes Interesse des Rechtsgutsinhabers an der Unversehrtheit seines Rechtsguts entfällt. Im Fall der hypothetischen Einwilligung fällt das Interesse des Rechtsgutsinhabers an der Erhaltung des Rechtsguts zwar nicht wie im typischen Fall der Einwilligung *ex ante* – vor Begehung der Tat – weg.

<sup>9</sup> Kuhlen (2004: 227 ff.); Kuhlen (2001a: 331 ff.); Kuhlen (2001b: 431 ff.); Mitsch (2005: 279 ff.); Rönnau (2004: 801 ff.).

<sup>10</sup> Duttge (2006: 179 ff.); Gropp (2006: 197 ff.); Jäger (2007: 345 ff.); Otto (2004: 682 f.); Puppe (2003: 764 ff.); Puppe (2004: 470 ff.); Sternberg-Lieben (2008: 190 ff.); kritisch auch Böcker (2005: 925 ff.).

<sup>11</sup> Zippelius (<sup>10</sup>2006: 64 ff.).

<sup>12</sup> Für einen solchen Ausschluss des Erfolgsunrechts Mitsch (2005: 279 ff.).

Bei der bloß hypothetischen Einwilligung hat er sich vor der Tat ja nicht für den Eingriff entschieden, der durchgeführt wird. Indes kann auch bei der tatsächlichen Einwilligung ein solches Erhaltungsinteresse bestehen bleiben und es trotzdem an einem rechtlich missbilligten Erfolg fehlen. So ist es etwa, wenn der Rechtsgutsinhaber die Rechtsgutsverletzung zwar nicht will, aber trotzdem seine Zustimmung erklärt. Dann hat er noch ein Interesse an der Erhaltung seines Rechtsguts, doch kann dieses durch die Erklärung seine Schutzwürdigkeit einbüßen. Ein Beispiel: Der Friseur C versucht schon seit langem, seine Freundin F zu überreden, ihren langen Zopf abschneiden und sich eine „flotte“ Kurzhaarfrisur machen zu lassen. F hat das aber bislang immer abgelehnt. Als C ihr am 1. April nach der Haarwäsche den Zopf flicht, beschließt sie, ihn zu foppen. Mit ernster Miene sagt sie, sie habe es sich überlegt, sie wolle sich von dem Zopf trennen. Hoherfreut ergreift C die Gelegenheit, und noch ehe F das „April, April“ hinterherschicken kann, ist der Zopf ab. – F hat den Körperverletzungserfolg zwar nicht gewollt und damit ein Interesse daran, dass C ihr die Haare nicht abschneidet, doch könnte dieses Interesse wegen ihrer Zustimmungserklärung nicht mehr schutzwürdig sein. Denn als Kehrseite des Selbstbestimmungsrechts trifft den Rechtsgutsinhaber die Selbstverantwortung. Er muss sich deshalb die selbstbestimmte Preisgabe seines Guts zurechnen lassen.

Dementsprechend könnte auch im Fall der hypothetischen Einwilligung trotz des *ex ante* tatsächlich bestehenden Erhaltungsinteresses des Dispositionsberechtigten eine rechtliche Missbilligung des Erfolges auszuschließen sein. Dann dürfte das *ex ante* bestehende Erhaltungsinteresse nicht schutzwürdig sein. Voraussetzung dafür ist, dass das hypothetische Interesse überwiegt. Dies ergibt sich aus dem Rechtfertigungsprinzip des überwiegenden Interesses, wie es insbesondere in § 34 StGB zum Ausdruck kommt. Danach ist nur eine Tat gerechtfertigt, die ein überwiegendes Interesse verfolgt.<sup>13</sup>

Das hypothetische Interesse überwiegt aber nicht. Denn ihm steht nicht nur das *ex ante* tatsächliche Interesse an der Erhaltung des Rechtsguts gegenüber, sondern auch das Interesse des Dispositionsberechtigten, *selbst* die Entscheidung zu treffen, ob und gegebenenfalls inwieweit das Rechtsgut beeinträchtigt wird. Allein das hypothetische Interesse am Erfolg kann diese Interessen nach der Wertung des Gesetzes nicht überwiegen. Das erschließt sich aus der gesetzlichen Bewertung eines mit der hypothetischen Einwilligung vergleichbaren Sachverhalts, dem der nachträglichen Genehmigung der Tat. Er gleicht dem der hypothetischen Einwilligung einerseits darin, dass auch die nachträglich genehmigte Tat bei ihrer Begehung sowohl das dann noch vorhandene Erhaltungsinteresse des Dispositionsberechtigten verletzt wie auch sein Interesse, selbst über sein Rechtsgut zu disponieren; andererseits darin, dass die Tat im Nachhinein nicht mehr dem Interesse des Dispositionsberechtigten widerstreitet. Denn auch für die hypothetische Einwilligung soll ausreichen, dass sich *nach* der Tat herausstellt, dass der Rechtsgutsinhaber mit ihr einverstanden gewesen wäre, wenn er von ihr gewusst hätte.<sup>14</sup> Unterschiedlich kann allerdings die Tatsachengrundlage sein, auf der die hypothetische Einwilligung und die nachträgliche Genehmigung beruhen. Für die hypothetische Einwilligung sind nur die Tatsachen zu berücksichtigen, die *ex ante* gegeben waren, für die nachträgliche Genehmigung hingegen auch die, die erst *ex post* – nach der Tatbegehung – eingetreten sind. Indes muss die Tat-

<sup>13</sup> Siehe dazu Münchener Kommentar/Schlehofer (2003: Vor §§ 32 ff. Rn. 53 ff.).

<sup>14</sup> Bundesgerichtshof (2004: 17), Kuhlen (2004: 227).



sachengrundlage nicht differieren; *ex post* können die entscheidungsrelevanten Tatsachen die gleichen sein wie *ex ante*. So ist es etwa, wenn nach einer oralen Impfung für den über die Risiken nicht aufgeklärten Patienten noch keine Wirkungen spürbar sind und sich auch sonst keine neuen entscheidungserheblichen Tatsachen ergeben haben. Genehmigt der Patient die Impfung dann nach Aufklärung über die Risiken, ist seine Entscheidungsgrundlage die gleiche wie die, die einer hypothetischen Einwilligung *ex ante* zugrunde zu legen wäre. In solchen Fällen könnte man bei einer nachträglichen Genehmigung folglich auch eine hypothetische Einwilligung annehmen.

Unter dem Aspekt der nachträglichen Genehmigung gibt das Gesetz dem nachträglich offenbar gewordenen Interesse des Dispositionsberechtigten an der Tatbegehung aber auch in solchen Fällen kein rechtfertigendes Gewicht. Es versagt der nachträglichen Genehmigung unterschiedslos jede rechtfertigende Kraft, auch dann, wenn die Entscheidungsgrundlage *ex post* für die Genehmigung die gleiche ist wie *ex ante* für die hypothetische Einwilligung. Darauf deutet schon § 228 StGB hin, der nur die (vorherige) Einwilligung als Rechtfertigungsgrund anerkennt. Denn er setzt eine „Körperverletzung mit Einwilligung der verletzten Person“ [Kursivierung d. Verf.] voraus. Dass allein erlaubt zwar noch nicht den Schluss, dass der Gesetzgeber in der nachträglichen Zustimmung keinen Grund gesehen hat, die rechtliche Missbilligung des Erfolges auszuschließen. Denn es könnte ja auch so sein, dass die Regelung insofern lückenhaft ist, als dass der Gesetzgeber damit nichts zur nachträglichen Genehmigung sagen wollte. Hinzu kommt indes, dass das Gesetz die nachträgliche Genehmigung auch dort, wo es sie regelt, nicht als Rechtfertigungsgrund anerkennt. So ist es bei der nachträglichen Genehmigung der Vorteilsannahme in § 331 Abs. 3 StGB. Hier führt die nachträgliche Genehmigung nach dem Gesetzeswortlaut nur dazu, dass die Tat „nicht strafbar“ ist. Und im Hinblick auf die nachträgliche Genehmigung besteht auch Einigkeit, dass dies nicht im Sinne einer Rechtfertigung zu verstehen ist. Man sieht darin eine bloße Aufhebung der Strafbarkeit; die durch die Tat zunächst begründete *Strafbedürftigkeit* werde durch die nachträgliche Genehmigung aufgehoben.<sup>15</sup>

Dann kann das nach der Tatbegehung dokumentierte Interesse des Dispositionsberechtigten an der Tatbegehung aber auch als hypothetische Einwilligung nicht das Gewicht haben, die rechtliche Missbilligung des tatbestandlichen Erfolges auszuschließen – weil das hypothetische Interesse *ex ante* bei gleicher Entscheidungsgrundlage ja dem Interesse *ex post* entspricht und damit rechtlich kein anderes Gewicht haben kann als dieses.

Wenn man im ärztlichen Eingriff eine tatbestandsmäßige Körperverletzung sieht, ist damit auch bei hypothetischer Einwilligung das volle Erfolgsunrecht einer Körperverletzung gemäß § 223 Abs. 1 StGB gegeben: die tatbestandliche „körperliche Misshandlung“ und „Gesundheitsschädigung“ und die – mangels wirksamer Einwilligung – rechtliche Missbilligung dieser Erfolge.

### Ausschluss des Verhaltensunrechts?

Es bliebe noch die Möglichkeit, dass die hypothetische Einwilligung ein Grund ist, die rechtliche Missbilligung des Verhaltens auszuschließen. In Betracht kommt insofern eine Analogie zum Rechtfertigungsgrund der mutmaßlichen Einwilligung. Denn er erlaubt ein

<sup>15</sup> Münchener Kommentar/Korte (2006: § 331 Rn. 171). Eine andere Frage ist, ob eine *mutmaßliche* Genehmigung rechtfertigt; siehe dazu Nomos Kommentar/Kuhlen (2005: § 331 Rn. 110 ff.).

Verhalten ebenfalls aufgrund einer hypothetischen Zustimmung des Rechtsgutsinhabers: aufgrund seiner *ex ante* zu mutmaßenden Einwilligung.<sup>16</sup> Allerdings reicht die Mutmaßung allein nicht hin für die Rechtfertigung. Auch das ergibt sich aus dem Rechtfertigungsprinzip des überwiegenden Interesses. Die mutmaßliche Einwilligung begründet nicht notwendig ein überwiegendes Interesse daran, die Tat zu erlauben. Denn dem hypothetischen Willen kann auch hier der tatsächliche gegenüberstehen, selbst die Entscheidung zu treffen, das Rechtsgut preiszugeben oder nicht preiszugeben. Nur wenn dieses Interesse nicht besteht oder wenn es weniger Gewicht hat als das mutmaßliche, überwiegt aufgrund der mutmaßlichen Einwilligung das Interesse, die Tatbegehung zu erlauben. Ersteres ist der Fall, wenn der Dispositionsberechtigte auf eine Befragung keinen Wert legt, Letzteres, wenn er nicht befragt werden kann und es wahrscheinlicher ist, dass er die Tat will, als dass er sie nicht will.

Dann ist die hypothetische Einwilligung allein aber ebenso wenig ein hinreichender Grund, die Tatbegehung zu erlauben. In Entsprechung zur mutmaßlichen Einwilligung könnte sie das Verhaltensunrecht ohnehin nur ausschließen, wenn schon *ex ante* und nicht erst *ex post* von einer hypothetischen Einwilligung auszugehen wäre. In dem Fall wäre die hypothetische Einwilligung aber nichts anderes als eine mutmaßliche Einwilligung. Folglich müsste sie auch genauso behandelt werden. Sie dürfte das Verhaltensunrecht nur ausschließen, wenn sie *ex ante* ein überwiegendes Interesse an der Tatbegehung begründen würde. Das ist bei einem ärztlichen Eingriff aber eben nicht der Fall, wenn der Patient selbst entscheiden will und kann, ob der Eingriff durchgeführt wird. Das Verhaltensunrecht allein kraft einer hypothetischen Einwilligung auszuschließen würde dem Rechtfertigungsgrund der mutmaßlichen Einwilligung mithin nicht entsprechen, sondern widersprechen.

Im Fall der hypothetischen Einwilligung fehlt es damit für eine Rechtfertigung kraft Analogie zu gesetzlich anerkannten Rechtfertigungsgründen an einer systemwidrigen Regelungslücke. Die hypothetische Einwilligung schließt bei einem ärztlichen Eingriff weder die rechtliche Missbilligung des Körperverletzungserfolges noch die der Körperverletzungshandlung aus.

### **Ausschluss des deliktsspezifischen Strafunrechts bei hypothetischer Einwilligung?**

Allerdings könnte eine hypothetische Einwilligung immerhin die deliktsspezifische Strafrechtswidrigkeit ausschließen. Denn dass die hypothetische Einwilligung nicht rechtfertigt, bedeutet nur, dass sie die Tat nicht erlaubt. Für die Strafrechtswidrigkeit könnte aber mehr erforderlich sein als das Fehlen von Rechtfertigungsgründen. Für das vollendete Delikt könnte sie einen besonderen Zusammenhang zwischen dem rechtlich missbilligten Verhalten und dem rechtlich missbilligten Erfolg voraussetzen: den, dass das Verhalten *ex ante* gerade zur Vermeidung des später *eingetretenen* Erfolges rechtlich missbilligt ist. Daran könnte es bei einer hypothetischen Einwilligung in einen ärztlichen Eingriff fehlen. Er könnte dann nicht verboten sein, um den später eingetretenen rechtlich missbilligten Körperverletzungserfolg zu verhüten, sondern etwa nur, um das Selbstbestimmungsrecht des Patienten zu wahren.

<sup>16</sup> Siehe dazu im Einzelnen Münchener Kommentar/Schlehofer (2003: Vor §§ 32 ff. Rn. 136 ff.).

## Der Rechtswidrigkeitszusammenhang als Voraussetzung des Strafunrechts?

Bei der tatbestandlichen Beschreibung des Strafunrechts verlangt das Gesetz zum Teil ausdrücklich einen solchen Pflichtwidrigkeitszusammenhang. Ganz deutlich ist das in § 18 StGB. Er setzt für die so genannten erfolgsqualifizierten Delikte, bei denen das Gesetz an eine besondere Folge der Tat eine schwerere Strafe knüpft, voraus, dass dem Täter oder Teilnehmer gerade „*hinsichtlich dieser Folge* wenigstens Fahrlässigkeit zur Last fällt“ [Kursivierung d. Verf.]. So muss etwa für eine Körperverletzung mit Todesfolge gemäß § 227 StGB die Körperverletzungshandlung fahrlässig gerade hinsichtlich des Todes der verletzten Person sein. Daneben verlangt das Gesetz einen solchen Pflichtwidrigkeitszusammenhang bei Delikten, wo es von einer Erfolgsverursachung „durch Fahrlässigkeit“ spricht – wie bei der fahrlässigen Körperverletzung gemäß § 229 StGB – und dort, wo es die tatbestandliche Pflichtwidrigkeit auf den eingetretenen Erfolg bezieht – wie in § 13 Abs. 1 StGB die Pflichtwidrigkeit des Unterlassenden, der für den Nichteintritt des tatbestandlichen Erfolges einzustehen hat. Diese Voraussetzung einer Pflichtwidrigkeit gerade hinsichtlich des (später) eingetretenen Erfolges ist auch kein Spezifikum nur dieser Deliktstypen. Denn der Gesetzgeber wollte mit der Voraussetzung die letzten Reste einer Erfolgshaftung aus dem Strafrecht beseitigen, bei der dem rechtswidrig Handelnden auch die Erfolge angelastet wurden, deren Vermeidung die rechtliche Missbilligung des Verhaltens gar nicht diente.<sup>17</sup>

Allerdings hatte der Gesetzgeber dabei nur die tatbestandlichen Pflichtwidrigkeitsvoraussetzungen im Auge, wie die „Fahrlässigkeit“ und die Verletzung der rechtlichen Einstandspflicht. Seinem Anliegen, die bloße Erfolgshaftung ganz aus dem Strafrecht zu verbannen, entspricht es aber, beim vollendeten Delikt für die Rechtswidrigkeit auch einen entsprechenden Rechtswidrigkeitszusammenhang vorauszusetzen, also zu verlangen, dass *ex ante* gerade die Gefahr des später eingetretenen rechtlich missbilligten Erfolges der Grund für die rechtliche Missbilligung des Verhaltens ist. Denn sonst bliebe ein Rest von Erfolgshaftung. Ein Beispiel: Die geschiedene F möchte bei ihrem vierjährigen Sohn S aus ästhetischen Gründen eine Fehlstellung seiner Ohren beseitigen lassen. Sie hat allerdings nicht mehr das Personensorgerecht. Es war ihr zunächst zuerkannt, dann aber ihrem geschiedenen Mann V übertragen worden. Er ist nicht mit dem Eingriff einverstanden. F täuscht den Arzt A jedoch, indem sie ihm die überholte gerichtliche Entscheidung vorlegt, die ihr allein das Sorgerecht zugesprochen hat. A vertraut darauf. Er operiert S allerdings, ohne F zuvor hinreichend über den Eingriff und seine Risiken aufgeklärt zu haben. – Hier ist sowohl der Körperverletzungserfolg rechtlich missbilligt wie auch die Körperverletzungshandlung: der Körperverletzungserfolg, weil er nicht von einer Einwilligung des personensorgeberechtigten V gedeckt ist, die Körperverletzungshandlung jedenfalls deshalb, weil A ohne die willensmangelfreie Einwilligung der F operiert hat. Ließe man das für die Rechtswidrigkeit genügen – würde man also auf einen Rechtswidrigkeitszusammenhang zwischen rechtlich missbilligtem Verhalten und rechtlich missbilligtem Erfolg verzichten –, ergäbe sich eine Erfolgshaftung, wie sie der Gesetzgeber nicht wollte. A würde ein rechtlich missbilligter Erfolg angelastet – die Körperverletzung ohne Einwilligung des personensorgeberechtigten V –, dessen Vermeidung die Pflicht, die er verletzt

<sup>17</sup> Deutscher Bundestag, Sonderausschuss für die Strafrechtsreform (1966–1967: 1633, 1736 ff., 1775 ff., 3159).

hat, gar nicht diente. Das Risiko, dass es zu *diesem* Erfolg kommt, war dem A einzugehen erlaubt. Nach der ihm vorgelegten Gerichtsentscheidung durfte er davon ausgehen, dass das Personensorgerecht allein der F zustand und es deshalb nur ihrer Zustimmung bedurfte. Er war deswegen allein verpflichtet, die Operation nicht ohne *ihre* willensmangelfreie Zustimmung durchzuführen. Diese von ihm verletzte Pflicht hatte nur den Zweck, eine Körperverletzung ohne willensmangelfreie Einwilligung der dem Anschein nach personensorgerechtigten F zu verhindern, nicht die, eine Körperverletzung ohne wirksame Einwilligung des tatsächlich personensorgerechtigten V zu verhindern. Zur Verhinderung dieses Erfolges wäre die Pflicht, F aufzuklären und nur mit ihrer willensmangelfreien Einwilligung den Eingriff durchzuführen, gar nicht geeignet gewesen. Denn wenn A die F im gebotenen Umfang aufgeklärt und F eingewilligt hätte, hätte er den rechtlich missbilligten Erfolg der Körperverletzung ohne Einwilligung des personensorgerechtigten V ja herbeiführen dürfen.

### **Fehlen des Rechtswidrigkeitszusammenhangs im Fall hypothetischer Einwilligung?**

Dass dieser Rechtswidrigkeitszusammenhang zwischen rechtlich missbilligtem Verhalten und rechtlich missbilligtem Erfolg auch im Fall hypothetischer Einwilligung fehlen könnte,<sup>18</sup> legt ein Vergleich mit dem Fahrlässigkeitsdelikt nahe. Denn im Tatbestand des fahrlässigen Erfolgsdelikts – etwa in dem der fahrlässigen Tötung gemäß § 222 StGB – verneint man den Pflichtwidrigkeitszusammenhang zwischen Fahrlässigkeit und Erfolg, wenn der Erfolg bei pflichtgemäßem Verhalten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ebenfalls eingetreten wäre.<sup>19</sup> So soll eine fahrlässige Tötung gemäß § 222 StGB mangels tatbestandlichen Pflichtwidrigkeitszusammenhangs ausgeschlossen sein in dem Fall, dass ein Patient aufgrund eines Kunstfehlers des Arztes an einem unverträglichen Narkotikum stirbt, aber auch durch das medizinisch indizierte Narkotikum zu Tode gekommen wäre.<sup>20</sup> Dementsprechend könnte im Fall der hypothetischen Einwilligung der Rechtswidrigkeitszusammenhang auszuschließen sein. Denn in ihm wäre es bei pflichtgemäßem Verhalten des Arztes – bei der gebotenen Aufklärung – ja ebenfalls zur Körperverletzung gekommen: Der Patient hätte eingewilligt und der Arzt hätte den Eingriff dann aufgrund der Einwilligung vorgenommen.

Ob sich aus diesem systematischen Vergleich ein Ausschluss des Rechtswidrigkeitszusammenhangs bei hypothetischer Einwilligung ergibt, hängt von zweierlei ab: erstens davon, ob die Prämisse stimmt, dass der tatbestandliche Pflichtwidrigkeitszusammenhang ausgeschlossen ist, wenn der Erfolg auch bei pflichtgemäßem Verhalten eingetreten wäre; zweitens davon, dass dann, wenn sich die Prämisse als richtig erweist, der Grund für den Ausschluss des tatbestandlichen Pflichtwidrigkeitszusammenhangs bei hypothetischer Einwilligung auch zum Ausschluss des Rechtswidrigkeitszusammenhangs berechtigt.

Die Prämisse ist richtig. Aus der üblichen Begründung erschließt sich das allerdings nicht. Man sagt, dass gerade die Pflichtwidrigkeit kausal für den Erfolg sein müsse und

<sup>18</sup> Bejahend Kuhlen (2004: 227 ff.); Kuhlen (2001a: 331 ff.); Kuhlen (2001b: 431 ff.), Rönnau (2004: 801 ff.).

<sup>19</sup> Schönke/Schröder/Cramer/Sternberg-Lieben (27/2006: § 15 Rn. 173 ff. mit weiteren Nachweisen).

<sup>20</sup> Vgl. Münchener Kommentar/Duttge (2003: § 15 Rn. 166).

dass es daran fehle, wenn er auch bei pflichtgemäßem Verhalten eingetreten wäre.<sup>21</sup> Das Problem liegt aber nicht erst bei der Kausalität, sondern schon bei der tatbestandlichen Pflichtwidrigkeit. Sie ist nicht gegeben, wenn der Erfolg durch ein Alternativverhalten hätte herbeigeführt werden dürfen. Denn wie sich oben gezeigt hat, ist das tatbestandliche Pflichtwidrigkeitsmerkmal so zu verengen, dass es nur die hinsichtlich des später eingetretenen tatbestandlichen Erfolges gegebene Pflichtwidrigkeit erfasst. An dieser fehlt es aber bei erlaubtem rechtmäßigem Alternativverhalten, das einen – rechtlich betrachtet – im Wesentlichen gleichen tatbestandlichen Erfolg herbeigeführt hätte. Das ergibt sich aus dem verfassungsrechtlichen Übermaßverbot. Danach muss eine pflichtbegründende Norm geeignet sein, ihren Zweck zu erfüllen. Soll sie vor einem rechtsgutsverletzenden Erfolg schützen, muss sie geeignet sein, diesen Erfolg zu verhindern. Das ist sie aber nicht, wenn die Rechtsordnung ein Alternativverhalten erlaubt, das mit Sicherheit zu einem im Wesentlichen gleichen tatbestandlichen Erfolg geführt hätte.

Die Schlussfolgerung, dass dann bei hypothetischer Einwilligung entsprechend der Rechtswidrigkeitszusammenhang verneint werden muss, ist hingegen nicht berechtigt. Er wird durch eine hypothetische Einwilligung nicht ausgeschlossen. Denn die Rechtswidrigkeit des Verhaltens bezieht sich auf einen anderen Erfolg als die tatbestandliche Fahrlässigkeit.<sup>22</sup> Die tatbestandliche Fahrlässigkeit bezieht sich nur auf den tatbestandlichen Erfolg, so bei der fahrlässigen Körperverletzung gemäß § 229 StGB auf den Körperverletzungserfolg. Die Rechtswidrigkeit des Verhaltens hingegen bezieht sich auf den *rechtlich missbilligen* tatbestandlichen Erfolg, auf das so genannte *Erfolgsunrecht*. Dieses zu verhindern ist eine Pflichtenorm aber auch im Falle der hypothetischen Einwilligung geeignet. So wäre dem Arzt bei pflichtgemäßer Aufklärung des Patienten ja nicht die Körperverletzung *ohne Einwilligung* des Patienten erlaubt, sondern nur die mit dessen Einwilligung. Das ist aber nicht der *rechtlich missbilligte* Erfolg; er liegt in der Körperverletzung ohne Einwilligung des Patienten. Und diesen Erfolg kann die Pflicht, einen Patienten – abgesehen von Notsituationen – nicht ohne seine (wirksame) Einwilligung zu operieren, verhindern.

## Fazit

Die hypothetische Einwilligung ist weder ein die Tat erlaubender Rechtfertigungsgrund noch ein Grund, der den Rechtswidrigkeitszusammenhang und damit das spezifische Strafrecht ausschließt. Die gegenteilige Rechtsprechung ist systemwidrig.

## Literatur

- BÖCKER, Philipp (2005). „Die ‚hypothetische Einwilligung‘ im Zivil- und Strafrecht“, *Juristenzeitung*, 925–932.
- DEUTSCHER BUNDESTAG, SONDERAUSSCHUSS FÜR DIE STRAFRECHTSREFORM (1966–1967). 5. Wahlperiode, 1.–91. Sitzung.
- DUTTGE, Gunnar (2006). „Die ‚hypothetische Einwilligung‘ als Strafausschlussgrund: wegweisende Innovation oder Irrweg?“, in: Andreas HOYER, Henning Ernst MÜLLER, Michael PAWLIK und Jürgen WOLTER (Hrsg.). *Festschrift für Friedrich-Christian Schroeder*. Heidelberg, 179–195.

<sup>21</sup> Schönke/Schröder/Cramer/Sternberg-Lieben (27 2006: § 15 Rn. 173 f. mit weiteren Nachweisen).

<sup>22</sup> So auch Mitsch (2005: 283).

- GROPP, Walter (2006). „Hypothetische Einwilligung im Strafrecht?“, in: Andreas HOYER, Henning Ernst MÜLLER, Michael PAWLK und Jürgen WOLTER (Hrsg.). *Festschrift für Friedrich-Christian Schroeder*. Heidelberg, 197–207.
- JÄGER, Christian (2007). „Die hypothetische Einwilligung – ein Fall der rückwirkenden juristischen Heilung in der Medizin“, in: Heinz MÜLLER-DIETZ, Egon MÜLLER, Karl-Ludwig KUNZ, Henning RADTKE, Guido BRITZ, Carsten MOMSEN und Heinz KORIATH (Hrsg.). *Festschrift für Heike Jung*. Baden-Baden, 345–360.
- KUHLEN, Lothar (2001a). „Objektive Zurechnung bei Rechtfertigungsgründen“, in: Bernd SCHÜNEMANN, Hans ACHENBACH, Wilfried ROTTKE, Bernhard HAFKE und Hans-Joachim RUDOLPHI (Hrsg.). *Festschrift für Claus Roxin*. Berlin, 331–347.
- KUHLEN, Lothar (2001b). „Ausschluss der objektiven Zurechnung bei Mängeln der wirklichen und der mutmaßlichen Einwilligung“, in: Guido BRITZ, Heike JUNG, Heinz KORIATH und Egon MÜLLER (Hrsg.). *Festschrift für Heinz Müller-Dietz*. München, 431–451.
- KUHLEN, Lothar (2004). „Ausschluss der objektiven Erfolgszurechnung bei hypothetischer Einwilligung des Betroffenen“, *Juristische Rundschau*, 227–230.
- LACKNER, Karl und Kristian KÜHL (<sup>26</sup>2007). *Strafgesetzbuch*. München.
- LEIPZIGER KOMMENTAR (<sup>11</sup>2005). *Strafgesetzbuch*. Bd. 6, §§ 223–263a StGB. Berlin (zitiert: Leipziger Kommentar/Bearbeiter).
- MITSCHE, Wolfgang (2005). „Die ‚hypothetische Einwilligung‘ im Arztstrafrecht“, *Juristenzeitung*, 279–285.
- MÜNCHENER KOMMENTAR (2003). *Strafgesetzbuch*. Bd. 1, §§ 1–51 StGB. München (zitiert: Münchener Kommentar/Bearbeiter).
- MÜNCHENER KOMMENTAR (2006). *Strafgesetzbuch*. Bd. 4, §§ 263–358 StGB, §§ 1–8, 105, 106 JGG. München (zitiert: Münchener Kommentar/Bearbeiter).
- NOMOS KOMMENTAR (<sup>2</sup>2005). *Strafgesetzbuch*. Bd. 2, §§ 146–358 StGB. Baden-Baden.
- OTTO, Harro (2004). „Einwilligung, mutmaßliche, gemutmaßte und hypothetische Einwilligung“, *Jura*, 679–683.
- OTTO, Harro (<sup>7</sup>2005). *Grundkurs Strafrecht. Die einzelnen Delikte*. Berlin.
- PUPPE, Ingeborg (2003). „Die strafrechtliche Verantwortlichkeit des Arztes bei mangelnder Aufklärung über eine Behandlungsalternative – Zugleich Besprechung von BGH, Urteile vom 3.3.1994 und 29.6.1995“, *Goldammer's Archiv für Strafrecht*, 764–776.
- PUPPE, Ingeborg (2004). „Anmerkung zum Urteil des BGH v. 20.1.2004 – 1 StR 319/03“, *Juristische Rundschau*, 470–472.
- RÖNNAU, Thomas (2001). *Willensmängel bei der Einwilligung im Strafrecht*. Tübingen.
- RÖNNAU, Thomas (2004). „Anmerkung zum Beschluss des BGH v.15.10.2003 – 1 StR 300/03“, *Juristenzeitung*, 801–804.
- ROXIN, Claus (<sup>4</sup>2006). *Strafrecht Allgemeiner Teil*. Bd. 1. München.
- SCHÖCH, Heinz (2007). „Die Aufklärungspflicht des Arztes und ihre Grenzen“, in: Claus ROXIN und Ulrich SCHROTH (Hrsg.). *Medizinstrafrecht*. Stuttgart, 47–70.
- SCHÖNKE, Adolf und Horst SCHRÖDER (<sup>27</sup>2006). *Strafgesetzbuch*. München (zitiert: Schönke/Schröder/Bearbeiter).
- STERNBERG-LIEBEN, Detlev (2008). „Anmerkung zum Urteil des BGH v. 5.7.2007 – 4 StR 549/06“, *Strafverteidiger*, 190–193.
- ULSENHEIMER, Klaus (<sup>4</sup>2008). *Arztstrafrecht in der Praxis*. Heidelberg.
- ZIPPELIUS, Reinhold (<sup>10</sup>2006). *Juristische Methodenlehre*. München.

## Rechtsprechung

BUNDESGERICHTSHOF (1958). *Entscheidungen des Bundesgerichtshofes in Strafsachen*. Bd. 11, 111–116.

BUNDESGERICHTSHOF (1996). Urteil v. 29.6.1995 – 4 StR 760/94, *Neue Zeitschrift für Strafrecht*, 34–35.

BUNDESGERICHTSHOF (2004). Beschluss v. 15.10.2003 – 1 StR 300/03, *Neue Zeitschrift für Strafrecht Rechtsprechungs-Report*, 16–17.

BUNDESGERICHTSHOF (2008). Urteil v. 5.7.2007 – 4 StR 549/06, *Strafverteidiger*, 189–190.

BUNDESGERICHTSHOF (2009). Beschluss v. 20.12.2007 – 1 StR 576/07, *Medizinrecht*, 47.





ANDREW HAMMEL

## Strategizing the Abolition of Capital Punishment in Three European Nations

### Zusammenfassung

Seitdem es die Todesstrafe in keinem Mitgliedsstaat der Europäischen Union mehr gibt, werden erhebliche politische Mittel eingesetzt, um in Nachbarländern die Aufhebung der Todesstrafe voranzutreiben und im Völkerrecht durchzusetzen. Werden diese Strategien Erfolg haben? Um diese Frage zu beantworten, muss man nachvollziehen können, wie es zu der Abschaffung der Todesstrafe in Europa kam. In diesem Aufsatz wird zunächst die Aufhebung in Deutschland, Frankreich und Großbritannien beschrieben und daraus ein „europäisches Modell“ herausgearbeitet. Es fällt sofort auf, dass das europäische Modell „elitegesteuert“ war – und weiterhin ist: Die Bildungselite kommt zu der Überzeugung, die Todesstrafe müsse abgeschafft werden, obwohl die Bevölkerung die Hinrichtung von Gewaltverbrechern möglicherweise weiterhin befürwortet. Die Oberschicht wird aber nicht über Nacht zu Gegnern der Todesstrafe. In der Regel ist dem ein jahrzehntelanges unterschiedenes Eintreten Einzelner vorausgegangen.

Kann diese Herangehensweise in anderen Ländern gelingen? Die Antwort hängt mit der Art, wie das Strafrecht in europäischen Ländern organisiert ist, zusammen. Es ist größtenteils zentralisiert und vereinheitlicht und wird von Mitgliedern der Bildungselite, zum Beispiel von Professoren, hochrangigen Behördenbediensteten und Psychologen, geschaffen und überwacht. Wenn nun in diesen Kreisen der Widerstand gegen die Durchführung der Todesstrafe aus „Gründen der Zivilisation“ wächst, steht der Abschaffung der Todesstrafe generell nichts mehr im Wege. Auch wenn die Bevölkerung die Abschaffung ablehnt, ändert das hieran nichts, denn die Bevölkerung hat in der Strafrechtspolitik in europäischen Ländern nur einen geringen Einfluss. In Ländern wie den Vereinigten Staaten von Amerika herrschen völlig andere Bedingungen. In den USA ist das Strafrecht in jedem Staat unterschiedlich geregelt und die Elite hat viel weniger Einfluss auf die Strafrechtspolitik, wohingegen die Bevölkerung traditionell bei der Gestaltung der Strafrechtspolitik stark partizipiert. Darum hat das europäische Modell der Abschaffung der Todesstrafe in den USA wenig Aussicht auf Erfolg – es kann aber in Ländern, in denen die Strafrechtspolitik elitär geprägt ist, zukunftsfruchtig sein.

### Introduction

The European Union now styles itself as a death penalty-free zone. Each of the 27 European Union Member States has ratified Protocol 6 to the European Convention on Human Rights (ECHR), which requires prohibition of the death penalty except for crimes committed “in time of war or imminent threat of war.”<sup>1</sup> All 47 Member States of the Council

---

<sup>1</sup> DG COMM (2007).

of Europe have done so as well, with the exception of Russia. Protocol 13 to the ECHR, opened for signature in Vilnius in 1992, provides for a flat prohibition on capital punishment, with no exceptions. As of 2007, 22 EU Member States and 40 Council of Europe Member States had signed and ratified it. Five EU Member States (France, Italy, Latvia, Poland, and Spain) had signed but not yet ratified it.<sup>2</sup> For purposes of this essay “Europe” will refer to current Member States of the European Union, unless otherwise noted.

Since achieving its status as a “death penalty-free zone,” the European Union has invested significant political capital into extending the policy of abolition to neighboring nations, and to pushing for more aggressive moves toward abolition in international law. Will these strategies be successful? To help answer that question, it is necessary to understand how abolition succeeded in Europe. In this essay, I set out three brief case histories of abolition in Germany, France, and the United Kingdom. I will argue that there is a European model of abolition, and that this model of abolition is elite-driven. That is, the best-educated members of society come to believe that the death penalty must be abolished, even though the population as a whole is in favor of continuing to execute criminals. Driven usually by one prominent abolitionist leader, a majority consensus in favor of the abolition of the death penalty emerges among social elites. Abolition is accomplished by legislative action, usually against the will of the majority of the public. After the historical sketches, I will abstract somewhat from the direct historical approach, and analyze some of the rhetorical tactics and strategies used by abolitionists to secure their goals. Finally, I will analyze abolition in Europe from the perspective of the ‘civilizing process,’ as described in the works of Norbert Elias and his followers.

### **Elite-Driven Abolition in Three Societies**

Scenes of mobs savoring cruelty and death are imprinted deeply in the European cultural memory. As literacy increased, so did an eager market for gruesome and melodramatic post-execution pamphlets describing the condemned’s last hours and his manner of death. Until very recently (in broad historical terms), ordinary Europeans reveled unself-consciously in grisly public executions. They did the same in the United States, as shown by the souvenir postcards depicting thousands gathered in public squares to watch suspected criminals – overwhelmingly African-American men – being publicly mutilated and hanged.

When European reformers challenged the death penalty, they interpreted widespread public support for capital punishment against this long historical background. Of course, in the post-war period, recent experience with fascism also highlighted public endorsement, or at least acceptance, of extreme violence against criminal wrongdoers and political undesirables. When the final push to abolish the death penalty in France, Germany, and the UK began, polling data showed similar levels of support for capital punishment as exists now in the United States. More importantly, the polls showed the same level of support when the struggle to abolish the death penalty ended successfully – whether by legislative enactment, judicial decision, or constitutional reform. No European abolitionist leader ever harbored the hope of changing mass public opinion. Instead, they crafted elite-driven, “top-down” abolitionist strategies. As we will see, the reformers made extensive

---

<sup>2</sup> See Council of Europe (2008).

use of tropes of “civilization,” often explicitly critiquing the “bloodlust” of the uneducated masses. That is, they used language that indicated their primary audience consisted of other members of the social elite, not the broad mass of the population.

## Germany

In comparison to many other European countries, 18<sup>th</sup>- and 19<sup>th</sup>-century Germany followed a notably mild policy with regard to capital punishment. Although policy in the various small principalities that formed pre-modern Germany varied widely, Nicholas J. Evans, author of a comprehensive English-language history of Germany’s death penalty, notes that use of the death penalty was relatively sparing and merciful, especially compared with contemporary English policy. German and Austrian rulers frequently abolished capital punishment for periods of time. Three times in German history – during the Revolution of 1848,<sup>3</sup> the formation of modern Germany in 1870,<sup>4</sup> and during the 1919 debates on the Weimar Republic’s Constitution,<sup>5</sup> proposals for the complete abolition of capital punishment were tabled and often came quite close to passage, although, in the end, they were consistently rejected. During National Socialist rule, the death penalty was firmly adopted as a crime-control policy. Some 30,000 death sentences were handed down during the Nazi era by German courts. These “judicial” death sentences were generally carried out by guillotine. Of course, the number of judicial executions was dwarfed by those killed in programs of mass extermination of ‘undesirable’ social groups, as “formal capital punishment was effectively swallowed up in the larger machinery of human destruction.”<sup>6</sup>

In most nations, abolition of capital punishment was preceded by a decades-long campaign. In Germany, however, it was accomplished almost overnight, during a period of crisis and upheaval. Germany’s post-war constitution, called the *Grundgesetz* (Basic Law), was promulgated on May 23, 1949, and is the founding document of the Federal Republic of Germany. Article 102 of the *Grundgesetz* is four words long, both in German and in English: “Die Todesstrafe ist abgeschafft.” (‘Capital punishment is abolished.’) Its background, however, is considerably more complex. It was the product of the deliberations of the Parliamentary Council, an organization composed of representatives from the political parties that emerged in the early post-war years. During the reconstruction of Germany after World War II, “[e]verything pointed to a restoration of the traditional German system of criminal law and penal administration.”<sup>7</sup> The person who submitted the first proposal to include an article in the *Grundgesetz* advocating the abolition of capital punishment, however, did not come from any of the major parties – the Christian Democrats, the Christian Social Union, or the Social Democrats. Hans-Christoph Seebohm was, rather, one of the two delegates of the *Deutsche Partei* (German Party), a nationalist-conservative faction “bitterly opposed” to the execution of Nazi war criminals.<sup>8</sup> During the very first

<sup>3</sup> See Evans (1996: 254–277). However, the conservative restoration that followed 1848 in Germany rendered these laws a dead letter: see Evans (1996: 277–278).

<sup>4</sup> See Evans (1996: 340–347).

<sup>5</sup> See Evans (1996: 498–499).

<sup>6</sup> Evans (1996: 875).

<sup>7</sup> Evans (1996: 774–775).

<sup>8</sup> See Evans (1996: 782).

session of the Parliamentary Council in December 1948, Seebohm “surprised everybody”<sup>9</sup> by proposing that a clause be added to Article 2 reading “Potential life shall be protected. Corporal and bodily punishments are forbidden. The death penalty is abolished.”<sup>10</sup> Seebohm, a wealthy industrialist who had collaborated with the National Socialist regime and whose party represented some of the farthest-right tendencies permitted under the new dispensation, urged adoption of the resolution to express the German people’s “disgust at the number of death sentences carried out in the past 15 years”.<sup>11</sup> Seebohm also mentioned various European states which had recently abolished capital punishment, and stressed that criminals must be given a chance to transform and purify themselves in prison.<sup>12</sup>

The Social Democratic party, despite its longstanding record of opposition to capital punishment, did not immediately support Seebohm’s motion.<sup>13</sup> Only during the third reading of the proposed *Grundgesetz* did the remaining political parties, including the Social Democrats, rally to the idea of abolishing capital punishment. Carlo Schmid, a leading Social Democratic Party politician, argued, in an historian’s summary, that

today one must not approach the death penalty from the standpoint of criminal-justice policy but from fundamental issues, and one must eliminate instrumental considerations. The death penalty is, like torture, simply barbaric; in addition to the possibility of judicial murders, an especially important point is that the state degrades itself with every execution. The sentence ‘Que messieurs les assassins commencent’ should not apply – rather, the State should cease killing in its name; as it has the greater dignity and the primary obligation to do so.<sup>14</sup>

When capital punishment was outlawed in Germany, it was overwhelmingly popular. In 1949, an opinion poll by the Institut für Demoskopie Allensbach showed 77 percent of Germans in favor of capital punishment, and 18 percent against. According to Evans, “[t]he tide of popular opinion continued to flow in favour of the death penalty throughout the 1950s and showed no sign of ebbing.”<sup>15</sup> Several motions were made in the 1950s and 1960s to abolish Article 102 of the *Grundgesetz* and bring back capital punishment. Only in the late 1960s did the tide of West German public opinion turn decisively against capital punishment. After this occurred, the moves to re-establish the punishment generally ended.

Throughout these debates in elite legal and policy-making circles, commentators established a specifically elitist discourse, in which the decision to abolish capital punishment would have to be defended against the masses, who would clamor for its re-establishment. The most famous post-war political intervention by the great German jurist Gustav Radbruch was undoubtedly his articulation of the “Radbruch Formula,” which sought to undermine the kind of apolitical, “scientific” positivism which had stymied institutional opposition to National Socialist lawmaking among the German legal establishment. In a 1949 editorial, “The Gallows Overthrown,” he also commented upon the abolition of the death

<sup>9</sup> Evans (1996: 781).

<sup>10</sup> Düsing (1952: 279).

<sup>11</sup> Düsing (1952: 279).

<sup>12</sup> See Düsing (1952: 279).

<sup>13</sup> See Evans (1996: 781–782).

<sup>14</sup> Düsing (1952: 281). The quotation “Que messieurs les assassins commencent,” or “let the gentlemen who commit the murders take the first step,” is a quotation from the 19<sup>th</sup>-century French writer Jean-Baptiste Alphonse Karr.

<sup>15</sup> Evans (1996: 798).

penalty. He counseled fellow jurists that the public would surely mobilize to overrule Article 102 and re-introduce capital punishment, and counseled against giving in to the demands of the masses. Opponents of the death penalty, he wrote,

should maintain their standpoint even against occasional public moods in opposition, should not become weak in the face of the bloodlust of the unlettered masses, and even more, should prevent the emergence of these instinct-driven demands by an effective popular education campaign.<sup>16</sup>

Dr. Thomas Dehler, a member of the center-right Free Democratic Party, supplied a foreword to a 1952 history of death penalty. A committed abolitionist and then-Justice Minister of Germany, Dehler wrote: "If this [book] contributes to the replacement of the stupid, instinctual demand of the public for the death penalty with a balanced and well-thought-out judgment, it will have completely achieved its goal."<sup>17</sup> Social Democrat Friedrich-Wilhelm Wagner, during a 1950 debate on re-introduction, conceded that the demand to reintroduce capital punishment was "popular," but argued that "it reflected 'a dark impulse' which people recognized as such by their behavior in such matters. It was not for Parliament to give way to it."<sup>18</sup> Even supporters of capital punishment made elitist arguments. Neumayer of the Free Democrats, for instance, said during a debate on a motion to re-introduce capital punishment: "[T]he primitive way of looking at things is often on the right track, and when one asks primitive people nowadays, one usually hears the same opinion: that murder must be punished by death."<sup>19</sup>

Two years later, in 1952, another motion to restore capital punishment was tabled. During the debates, Justice Minister Dehler gave a "lengthy, detailed and powerful" speech against capital punishment:

And to the central point made by the death-penalty restorationists – that the death penalty was favored by the mass of the people – Dehler gave the classic reply: that parliamentary democracy was a representative system, and that the deputies had to make their own mind up on the issues before them. Public opinion in any case varied under the influence of events: after a particularly terrible murder it was strongly in favour of capital punishment, after a case of wrongful execution, strongly against.<sup>20</sup>

Only in the late 1960s did support for capital punishment collapse, leading to an approximate reversal of the 50 percent–30 percent pattern.<sup>21</sup> Public opinion has remained more or less against capital punishment to this day, and Germany's membership in the European Union precludes its reintroduction.

## **The United Kingdom**

Britain's modern abolitionists, led by left-wing Labour MP Sir Sydney Silverman, mounted a decades-long crusade not only to highlight cases of injustice, but also to rally expert opinion against capital punishment and detach the issue of abolition from partisan politics.<sup>22</sup> The first shot in the modern campaign to abolish capital punishment in Britain

---

<sup>16</sup> Düsing (1952: 288).

<sup>17</sup> Düsing (1952: 5). "Vorwort" (Foreword) by Dr. Thomas Dehler.

<sup>18</sup> Evans (1996: 792); paraphrasing Wagner's speech.

<sup>19</sup> Düsing (1952: 305).

<sup>20</sup> Evans (1996: 795).

<sup>21</sup> See Noelle-Neumann and Köcher (2002: 676).

<sup>22</sup> A general history of abolition in Great Britain can be found in: Block and Hostettler (1997).

was fired in 1948, when the House of Commons voted to suspend capital punishment for five years on Silverman's motion.<sup>23</sup> In the House of Lords, Viscount Templewood led the pro-abolition side of the debate. During his speech in favor of the amendment he noted that

public opinion was always against changes in penal methods. Public opinion was almost invariably ignorant of the kind of details being discussed in the debate. If during the last century they had waited for public opinion before restricting the death penalty to a few crimes they would have found public opinion almost always against the more expert views of Parliament and Whitehall.<sup>24</sup>

Nevertheless, the Lords rejected the amendment. As a compromise measure, a Royal Commission on Capital Punishment was set up, which issued a report calling for death penalty reforms in 1953. In the meantime, the problematic executions of Timothy Evans and Derek Bentley helped focus public attention on flaws in the criminal justice system, and Arthur Koestler's *Reflections on Hanging* made a passionate case for abolition, taking direct aim at reactionary British judges, who came under increasing scrutiny for opposing reforms.<sup>25</sup> The 1957 Homicide Act was intended as a compromise – retaining capital punishment, but greatly restricting its scope. In practice, the Homicide Act reduced the stream of new death sentences, but did so in peculiar ways that highlighted the death penalty's arbitrary character. After several years during which the number of executions dwindled to two or three per year, the indefatigable Silverman arranged for another abolition vote in 1965. Originally an abolition bill, an amendment converted it into a bill calling for a five-year moratorium. It passed on a free vote (in which MPs may vote according to their consciences).

As the moratorium neared expiration, the Marplan group took a survey of British voters on the subject of whether they would like to see capital punishment abolished outright, preserved for certain murder, or applied in all cases of murder. An astounding 85 percent of respondents argued for preserving capital punishment in some form, whereas only 12 percent favored outright abolition.<sup>26</sup> Nevertheless, a bill proposing to make abolition permanent passed with large majorities in the House of Commons and the House of Lords in December of 1969, effectively ending capital punishment for ordinary murder once and for all in the United Kingdom.

As in Germany and France, all mainstream British parties have now embraced abolition. Nevertheless, popular support for capital punishment survives. In 1997, Lord Callaghan of Cardiff lamented that "public opinion in the country has not even yet been won over to Parliament's view,"<sup>27</sup> and in 2003, for example, a poll commissioned by the *Guardian* found 67 percent of Britons in favor of the reintroduction of the death penalty (although more recent polls show a drop).

## France

France is distinguished for the long and consistent pedigree of abolitionist sentiment within its literary tradition. Victor Hugo's 1829 novel *The Last Days of a Condemned Man*

<sup>23</sup> See Block and Hostettler (1997: 110–113).

<sup>24</sup> Block and Hostettler (1997: 117): paraphrasing Templewood's remarks.

<sup>25</sup> See Koestler (1957).

<sup>26</sup> See Block and Hostettler (1997: 261).

<sup>27</sup> Block and Hostettler (1997: ix): Foreword by Rt. Honorable Lord Callaghan of Cardiff KG.

shocked the Parisian public with its unsparing psychological realism. Hugo made the abolition of capital punishment central to his political endeavors, and emphasized the ‘civilized’ nature of this sentiment: “One recognizes the thinking man by a certain mysterious respect for life.”<sup>28</sup> Albert Camus’ 1957 essay “Reflections on the Guillotine” remains a classic of abolitionist literature. However, the guillotine was not formally retired in France until 1981, when Parliament categorically abolished the death penalty. Former French Justice Minister Robert Badinter described his role in the French abolition movement in his 1999 book *L’Abolition*.<sup>29</sup> After witnessing a double execution in 1973, Badinter, a prominent attorney and Socialist Party member, chose to devote a significant portion of his time to abolishing capital punishment in France. As of the mid-1970s, he recognized that it would be impossible to convince a majority of French voters to oppose capital punishment. Here is his account of the “irrational fire” of support for capital punishment which he encountered on various tours through France to speak out against the death penalty:

On the basis of international studies, I tried to prove that everywhere where the death penalty had been abolished, violent crime had not increased, but rather had simply developed along its accustomed path, indifferent to the presence or absence of execution within the criminal code. In the eyes of fierce partisans, it was irrelevant that serious crime had not increased after abolition of capital punishment. What they wanted was to see the murderer pay for his crime with his life. To strengthen their convictions, they assigned a retributive effect to the death penalty which it did not in fact possess. To all arguments concerning the reformability of criminals; the ever-present possibility of judicial error; the lottery of the assize courts, which made the defendant’s life depend on a thousand imponderable factors; to all moral, historical, scientific and political factors, they brought up one consistent response: criminals must be put to death, because one must die after having committed such crimes.<sup>30</sup>

And indeed, throughout Badinter’s abolition struggle, support for capital punishment in France remained hovering within a 55 to 65 percent range.<sup>31</sup> Badinter makes no bones about the fact that the death penalty continued to enjoy the support of a majority of the French as he strove to abolish it. In fact, he viewed with dismay a reform which required jurors and lay judges in France to be chosen at random, instead of being nominated from “session lists,” which, Badinter noted, contained “a large proportion of members of the liberal professions, civil servants, and managers.” In these circles, Badinter reasoned, “the cultural level is superior to that of the average population,” and therefore “the number of abolition supporters, and supporters of moderate penal sanctions, is higher.”<sup>32</sup> Badinter acknowledged that the reform, which formed juries by simple random selection from voting lists, was “more respectful of democratic principles,” but feared that participation of more average people in the sentencing process would lead to more death penalties.<sup>33</sup> Badinter’s account is confirmed and amplified by other historical works, which similarly

---

<sup>28</sup> Smets (2003: 7).

<sup>29</sup> See Badinter (2000).

<sup>30</sup> Badinter (2000: 19).

<sup>31</sup> See Badinter (2000: 177).

<sup>32</sup> Badinter (2000: 215).

<sup>33</sup> Death sentences did increase after the reform, although no evidence of Badinter’s speculation concerning a causal link exists; see Badinter (2000: 216).

describe a careful strategy to argue a moral case for abolition urgent enough to legitimate a ‘counter-majoritarian’ strategy.<sup>34</sup>

Badinter concentrated mainly on keeping abolition of the death penalty on the Socialist Party platform, building support for abolition in conservative circles, and convincing Socialist Presidential candidate François Mitterrand to act forcefully on his abolitionist views. After the Socialist party took power in 1981, Badinter was appointed Justice Minister. His strict enforcement of party discipline resulted in the successful abolition of capital punishment. His argument for legitimacy was simple: the Socialist party was known to be abolitionist, the people voted a majority of Socialist deputies, and these elected representatives fulfilled their program.

### Consolidating Abolition

These case histories – as well as those of other abolition movements worldwide – teach that abolition is possible even against majority support, when the campaign is skillfully targeted. European abolitionists used four main techniques: insulate, isolate, de-couple, and re-frame:

- **Insulate:** Take advantage of existing institutional arrangements that permit certain issues to be decided with less, or no, public input. When necessary, create new arrangements for this task.
- **Isolate:** To encourage conscience coalitions across party lines, the issue of the death penalty should be presented as having no political valence outside itself. It should be portrayed as completely independent of all other political issues – even all other areas of criminal-justice policy.
- **Delegitimize popular support:** Devise rhetorical strategies that directly undermine the notion that majority support legitimates the death penalty. This discourse is aimed mostly at elites; it appears in elite organs of opinion (such as parliamentary speeches or the pages of reputable broadsheet newspapers) and often uses nakedly elitist language about the “bloodlust” of the “uneducated” masses.
- **Re-frame:** The death penalty must be lifted out of the stream of everyday political disputes and framed as a damning symbol of social backwardness and oppression. The target should be to establish opposition to the death penalty as an uncontroversial, and necessary, element of the sort of “enlightened” world-view adopted by social elites and those wishing to associate themselves with this group.

These techniques may appear elitist, especially to American observers. However, the picture is more complicated than one of elites forcing through unpopular policies. In most abolitionist countries, the act of abolition generated its own post-hoc legitimization:

Once governments have proceeded to abolish the death penalty – and abolition has always occurred in the face of majority popular opposition – then public opinion tends slowly to change accordingly, and to learn to regard other sanctions as the ‘ultimate’ measures available in civilized society.<sup>35</sup>

<sup>34</sup> See Le Quang Sang (2001).

<sup>35</sup> Garland (1990: 246). See also Zimring (2003) and Hood (2002).



Elite groups – often including conservatives who once opposed abolition – eventually welcome the end of state killing, which also ends the vicious controversies and unseemly passions it unleashed.

It is important to understand why lingering pro-death penalty sentiment never becomes sustained or focused enough to nurture an effective political movement in abolitionist countries. Here, the press plays a major role. The broadsheet media, almost all of whose writers have elite backgrounds, impose a near-absolute ban on favorable coverage of pro-death penalty sentiment. Even broadsheet newspapers, while still providing readers with detailed coverage of violent crimes, generally stop short of explicitly advocating the return of capital punishment. Tabloids in Germany, for instance – which routinely feature gruesome reports of murders – have not published a single editorial calling for the re-introduction of capital punishment since 1970, not even during the terrorist upheavals of the mid-1970s.

## Civilization and Capital Punishment

The experience of abolitionist countries shows that abolition is impossible if it is made dependent on the will of a majority of ordinary citizens. The Polish philosopher Leszek Kolakowski captures the thought:

[W]e all know of crimes so hideous, so abominable, that the demand for the death penalty is understandable. In countries where the death penalty has been abolished, this generally came about through a legislative decision against the opinion of the majority of the population. The same can be said of the abolition of witch-hunting.<sup>36</sup>

Criminologist David Garland has also noted this phenomenon:

That the death penalty appears to have massive popular support in the USA does not differentiate that nation from others, since virtually every other country has exhibited this kind of public opinion so long as the capital sanction is in place and usually for many years afterwards. Once governments have proceeded to abolish the death penalty –and abolition has always occurred in the face of majority popular opposition – then public opinion tends slowly to change accordingly, and to learn to regard other sanctions as the ‘ultimate’ measures available in civilized society.<sup>37</sup>

If the impulse to abolish the death penalty did not come from the “bottom up,” where did it come from? It is at this point that the framework developed by Norbert Elias can be used to help clarify the processes leading to abolition of capital punishment around the world. The work of the German sociologist Norbert Elias – whose reception in the English-speaking world is now underway – provides a framework for analyzing the issue. In his 1939 classic *The Civilizing Process* and in later works, Elias argued, on the basis of thorough historical research, that the social practices we associate with “civilization” (such as codes of dress and courtliness, respect for the dignity and autonomy of others, a decrease in the level of general interpersonal violence in society, and changes in attitudes to bodily functions) originated among the secular social elites in the 14<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> centuries in Europe, then gradually spread throughout society, as those lower in the social

---

<sup>36</sup> Kolakowski (2005: 186).

<sup>37</sup> Garland (1990: 246).

hierarchy adopted “refined” manners.<sup>38</sup> Elias’ review of the historical record showed a steady decline in the level of interpersonal violence in Western societies since the medieval era. The increasing interdependence and complexity of modern societies, as well as the formation of strong, centralized governments, help drive this reduction. In addition to the growing interdependence, however, the civilizing process also involves the gradual spread of patterns of discretion, courtesy, and respect for life from social elites to groups lower in the social hierarchy. Thus, “civilizing” reforms in manners and laws – including constraints on violent impulses – generally originate among elites.

Elias emphasizes that these changes in habitus take place gradually, are not irreversible, and are generally not the product of conscious choice or guidance. Rather, as societies become more dense and interconnected, the individuals within them are linked by ever-longer chains of dependency. This interdependence forces them to take the needs of ever more people into account when acting. The increased need for tact and discretion, which is produced by external social factors (*sociogenesis*, in Elias’ terms), is then more or less unconsciously internalized by individuals, who go on to pass these internal behavioral controls on to their children in an ever-lengthening process of “civilization.”

Elias’ theoretical framework has since proven fruitful to criminologists. Elias’ suggestion that the level of general peacetime interpersonal violence in Western Europe had declined gradually, but significantly since the Middle Ages has been confirmed by later research. The murder rate in Western Europe and England, for instance, decreased by something like 90 percent between the 14<sup>th</sup> century and the present, despite the development of much deadlier weapons.<sup>39</sup> David Garland<sup>40</sup> and Ted Gurr, among others, have both noted the explanatory power of Elias’ model as applied to historical trends in punishment. Elias’ explanatory framework helps make sense not only of the decreasing level of general interpersonal violence in Western societies, but also the decreasing harshness of punishment. Garland argues that

it seems perfectly clear that Elias’ analysis of the development and characteristics of modern sensibilities has a profound importance for the study of punishment, which, as I have argued, is a sphere of social life deeply affected by conceptions of what is and is not ‘civilized.’<sup>41</sup>

Civilization fosters the ability to empathize with people of different social backgrounds. This empathy leads to internalized restraints that reject violence against others to satisfy cruel desires or gain personal advantage. This enhanced empathy and aversion to violence, in turn, reduces the level of condemnation and sheer hatred felt for criminals, and fosters a legal and moral order which accords even dangerous criminals basic respect and a chance at rehabilitation.

Particularly important for my thesis is the fact that, as Garland notes, this evolution in sensibility has a clear class profile:

---

<sup>38</sup> As the quotation marks indicate, Elias disclaimed any normative evaluations, and intended only to describe and analyze behavior which is called “civilized”. For an elegant summary of Elias’ theory of the civilizing process, see Mennell (2007: 1–22) or Fletcher (1997: 6–31).

<sup>39</sup> See Gurr (1981: 295) and Eisner (2001: 618).

<sup>40</sup> See Garland (1990). Chapter 10 discusses the insights Elias’ work offers into processes of social change that lead to reduced and rationalized criminal sentencing and the improvement of conditions of confinement.

<sup>41</sup> Garland (1990: 216).

[S]ensibilities are likely to be unevenly developed in any particular society, revealing variations of attitude between different social groups. Elias' general model of a process of refinement which begins with the social elite and percolates downward towards the masses would suggest a broad correlation between high social class and developed sensitivity –; and one might find some evidence for this in the fact that most penal reformers have been drawn from upper- and middle-class backgrounds, that opinion polls in the USA and Britain show a tendency to evidence more punitive attitudes the further down the social scale one goes, [. . .]. But such a correlation is by no means general or constant and it is certainly not the case that the social elite of Europe or North America are prevented in their reforming efforts by the common people. Indeed, the leading proponents of 'popular authoritarian' attitudes, stressing severe punishment and harsh regimes, have usually been politicians of a conservative disposition and those sections of the ruling class which support them.<sup>42</sup>

Echoing similar themes, Yale Law Professor James Q. Whitman argues, in a recent book-length comparison of American and European criminal justice policy,<sup>43</sup> that the trend toward milder punishment in Europe can be explained in part by the work of policy-making elites to expand privileged, humane conditions of confinement once available only to noble prisoners to the general prison population. The process of "civilization" in the context of punishment is well advanced in Europe, where the death penalty is a thing of the past, incarceration rates are the lowest in the world, life prison sentences are generally outlawed, and high-security prisons are rare.

Although scholars have criticized the representation of society that underlies Elias' model, the criticisms largely leave untouched the two aspects of the model relevant here: the basic psychological structure of the civilizing process and the assertion that the kind of civilizing advances that bring about less painful and drastic punishments proceed from the initiative of the educated elite – doctors, lawyers, politicians, religious leaders, professors, and social reformers. This is also true of the elimination of the death penalty. History may provide examples of popular support for commutation of individual death sentences, but it provides no examples of broad mass movements demanding the abolition of capital punishment *as a policy*. Indeed, as shown above, it provides many examples of mass public support for executions and opposition to reforms to the system of punishment as evidence of elitism or "soft on crime" attitudes.

However, as is clear, the "civilizing" mission to abolish capital punishment has met with vastly different results in Continental Europe and in the United States. For quite some time, this was not the case: the civilizing process developed in close parallel in the United States and in Europe throughout the 19<sup>th</sup> century. Stuart Banner's 2002 history of capital punishment in the United States describes the development of attitudes in the USA in the early 19<sup>th</sup> century and notes:

There had been an enormous change in opinion over the past two decades. Elites had become less comfortable in the presence of large numbers of those they perceived as their inferiors. Respectable people had once been proud to go to an execution. Now they were embarrassed and more than a little apprehensive.<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> Garland (1990: 237).

<sup>43</sup> See Whitman (2003).

<sup>44</sup> Banner (2002: 151).

On both sides of the Atlantic, elites underwent a clear civilizing process with regard to the death penalty, and were able to gradually reform legal procedure to reflect their growing unease with state killing: elites gradually eliminated public executions, introduced more “humane” execution methods, limited the range of crimes to which the death penalty could be applied, and expanded opportunities for judicial review and clemency. Further, distaste for capital punishment percolated down into broader segments of the population, as can be seen by the fact that in the late 1960s, the American public was split almost half-and-half on the question of the death penalty, making it clearly more abolitionist than most European bodies politic at that time.

Yet, around this time, the paths of European and American society drastically diverged. Under the guidance of elite activists such as Robert Badinter and Sydney Silverman, European countries abolished capital punishment. By the mid-1980s, capital punishment had not only been abolished in every European country, but its abolition had been enshrined as a basic principle of “Europeanness.” The elite consensus was so entrenched that making abolition of capital punishment a condition of entry into the European Union was relatively uncontroversial. In the United States, by contrast, developments differed dramatically. The Supreme Court invalidated all death penalty laws in 1972, but after 35 states re-introduced capital punishment in a wave of outrage at the Supreme Court’s decision, the Court re-entled in 1976, permitting executions to resume under new, stricter legal guidelines. In the background of this debate was an explosion of violent crime beginning roughly in the late 1960s. Although general background levels of lethal violence had always been higher in the USA, this steep increase in crime fundamentally altered public discourse on issues of crime and punishment, leading to a raw, populist tone that emphasized criminals’ individual personal responsibility and fostered a language of harsh condemnation toward those convicted of violent crime.

One can sum up these different developments simply: in the United States, elites *lost control* of public discourse about crime and punishment, and consequently *lost control* of the policy-making process; whereas European elites lost only partial control over discourse, while maintaining complete control over policy-making. There are a number of reasons for basic structural difference:

- *The American Entzivilisierungsschub (de-civilizing spurt)*. In America’s inner cities especially, crime among social out-groups dramatically increased from the 1970s to the 1990s, leading to a situation in which partial loss of the state monopoly on power took place.<sup>45</sup> The images of violence and decay produced by this social breakdown, in turn, eroded feelings of mutual responsibility and obligation between the majority and the inner-city minority. This led to a partial and targeted “de-civilizing spurt” in which harsh populist rhetoric and extreme penalties gained widespread acceptance. Although European societies also experienced an increase in crime in the late 20<sup>th</sup> century, the results were not as drastic, or as lethal, as in the United States, and did not lead to the same changes in policy.
- *Tradition of popular influence over criminal-justice policy-making*. The United States is characterized by a long and deeply-anchored tradition of relatively decentralized

<sup>45</sup> For an analysis of this rise in crime focusing on the dramatic difference in *lethal* violence between American and European societies, see Zimring and Hawkins (1997).

popular control over criminal-justice policy-making, characterized by the institution of the criminal jury, state-level control over criminal-justice policy, and popular election of many local judges.

- *The different status of elites in the United States.* Social elites in the United States have a much more limited ability to push through progressive social change than they do in Continental Europe. Several factors explain the relative weakness of American elites. As Stephen Menzell recently noted, the United States is simply too vast and diverse to have generated a unified class of elite opinion-leaders, and there is no real “aristocracy of office” peopled by influential and respected civil servants.<sup>46</sup> Elites that do exist have significantly less influence on the public debate, given America’s traditional anti-intellectualism and suspicion of expertise.<sup>47</sup> This is particularly true of criminal-justice policy elites, who are perceived to have failed to offer Americans sufficient protection from violent crime. Finally, the elite in the USA, such as it is, does not speak with one voice on the death penalty, as can be seen by the presence of judges on the United States Supreme Court who openly endorse capital punishment.

As powerful as the Eliasian model is in explaining psychological and social factors relating to crime and punishment, it is incomplete when assessing social practices that have been reified into legal structures, such as the death penalty. Elites can mold habitus by modulating social acceptance based on a code of conduct. But they can only change the legal order if they have the structural tools to realize and enforce the elite consensus – to change real-world conditions. In Europe, the structural background was favorable: existing traditions of strong centralized control over criminal-justice policy, exercised by professional elites insulated from the vagaries of public opinion.

## References

- BADINTER, Robert (2000). *L’Abolition*. Paris.
- BANNER, Stuart (2002). *The Death Penalty: An American History*. Cambridge, USA.
- BLOCK, Brian P. and John HOSTETTLER (1997). *Hanging in the Balance: A History of the Abolition of Capital Punishment in Britain*. Hook.
- COUNCIL OF EUROPE (2008). “Protocol No. 13 to the Convention for the Protection of Human Rights and Fundamental Freedoms, concerning the abolition of the death penalty in all circumstances”, CETS No.: 187: Status as of 7 October 2008.
- DG COMM – DIRECTORATE GENERAL OF COMMUNICATIONS, European Union (2007). Press Release: “Launching the European Day against the Death Penalty,” No. IP/07/850, June 19, 2007.
- DÜSING, Bernhard (1952). *Die Geschichte der Abschaffung der Todesstrafe in der Bundesrepublik Deutschland*. Offenbach am Main.
- EISNER, Manuel (2001). “Modernization, Self-Control, and Lethal Violence: The Long-Term Dynamics of European Homicide Rates in Theoretical Perspective,” *The British Journal of Criminology* 41, 618–638.
- EVANS, Richard J. (1996). *Rituals of Retribution: Capital Punishment in Germany 1600–1987*. Oxford.

<sup>46</sup> See Menzell (2007: 102–103).

<sup>47</sup> For an interesting comparison between the influence of American and European intellectuals on public discourse in their relative societies, see Swartz (1997: 218–223).

- FLETCHER, Jonathan (1997). *Violence and Civilization: An Introduction to the Work of Norbert Elias*. Cambridge.
- GARLAND, David (1990). *Punishment and Modern Society: A Study in Social Theory*. Chicago.
- GURR, Ted Robert (1981). "Historical Trends in Violent Crime: A Critical Review of the Evidence", *Crime and Justice* 3, 295–353.
- HOOD, Roger (2002). *The Death Penalty: A World-wide Perspective*. Oxford.
- KOESTLER, Arthur (1957). *Reflections on Hanging*. New York.
- KOLAKOWSKI, Leszek (2005). *My Correct Views on Everything*. South Bend.
- LE QUANG SANG, Julie (2001). *La Loi et le Bourreau : La Peine de Mort en Débats (1870–1985)*. Paris.
- MENNELL, Stephen (2007). *The American Civilizing Process*. Cambridge.
- NOELLE-NEUMANN, Elisabeth and Renate KÖCHER (2002). *Allensbacher Jahrbuch der Demoskopie 1998–2002*. München.
- SMETS, Paul-Francis (2003). *Le Combat pour L'Abolition de la Peine de Mort : Hugo, Koestler, Camus, d'autres*. Louvain-Le-Neuve.
- SWARTZ, David (1997). *Culture & Power: The Sociology of Pierre Bourdieu*. Chicago.
- WHITMAN, James Q. (2003). *Harsh Justice: Criminal Punishment and the Widening Divide Between American and Europe*. New York.
- ZIMRING, Franklin E. and Gordon HAWKINS (1997). *Crime is not the Problem: Lethal Violence in America*. Oxford.
- ZIMRING, Franklin E. (2003). *The Contradictions of American Capital Punishment*. Oxford.

**Partnerschaften der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**





**JIŘÍ PEŠEK**

## **Die Partnerschaft zwischen der Karls-Universität Prag und der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Die folgende Schilderung der Entwicklung der Zusammenarbeit und der freundschaftlichen Beziehungen zwischen den Mitarbeitern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und der Karls-Universität Prag (Univerzita Karlova v Praze) stützt sich auf persönliche Erinnerungen und Erfahrungen des Verfassers. Sie wird sich also sehr auf die Philosophische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität und die Sozialwissenschaftliche Fakultät der Karls-Universität konzentrieren, mit einem deutlichen Schwerpunkt im geschichtswissenschaftlichen Bereich. Es ist klar, dass sich bei der Gestaltung der Beziehungen beider Universitäten wesentlich mehr Fächer beteiligt haben und dass seit der Vorbereitungsphase des Partnerschaftsvertrages die freundliche Kooperation der Prager und der Düsseldorfer Mediziner eine besonders große Rolle spielte. Es geht hier aber nicht darum, eine statistisch ausgewogene kritische Übersicht aller Kontakte und Kooperationen zu schreiben, sondern auf einem konkreten Feld dieser Partnerschaft deutlich zu zeigen, wie wichtig und auf beiden Seiten auch produktiv diese freundlichen Kontakte waren und sind beziehungsweise wie auch menschlich wertvoll diese enge Zusammenarbeit (mindestens von Prag aus gesehen) zwischen den Düsseldorfer und Prager Universitäten, Dozenten und Studierenden war und ist.

### **Vorgeschichte**

Am Anfang war das Wort: Der Prager Historiker Prof. Dr. Jan Křen hatte Anfang der 1990er Jahre an der neu gegründeten Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Prager Karls-Universität ein interdisziplinär konzipiertes Zentrum für Deutsche Studien aus der Taufe gehoben und wandte sich nun an seinen alten Freund und frischen Düsseldorfer Professor Detlef Brandes mit der Bitte um Beratung. Křen wollte nicht nur die moderne Geschichte Deutschlands zum Hauptthema seines Zentrums machen, das sich schnell zu einem Lehrstuhl beziehungsweise ganzen Institut für Internationale Studien entwickelt hatte, sondern eine akademische Arbeitsstelle gründen, die die „deutschen und österreichischen Studien“ in der Komplexität von mehreren Fächern in der Forschung und in der Lehre vermitteln könnte. Dies war eine revolutionäre Tat für die Tschechische (beziehungsweise damals noch Tschechoslowakische) Republik: Bisher hatte es nie auch nur einen einzigen Lehrstuhl in der Tschechoslowakei gegeben, der sich „deutsche Geschichte“, geschweige denn deutsches Recht, das politische System, die aktuelle deutsche Politik, die politische und die Wirtschaftsgeografie, die deutsche Wirtschaft, soziale Problematik, Kultur und Kunst zu vermitteln als Aufgabe gestellt hätte. Es gab natürlich einige Lehrstühle für die traditionelle Germanistik, also für die Sprach- und Literaturwissenschaft, sonst aber nichts. Křen, der sich der in allen Bereichen enormen Rolle der deutschsprachigen Länder für die Geschichte wie die Zukunft Tschechiens und der tschechischen Gesellschaft bewusst war,

wollte diesen Zustand der herrschenden Unkenntnis ändern und hatte dafür als Vorbild die amerikanische Konzeption der *area studies* gewählt.

Univ.-Prof. Dr. Detlef Brandes, einer der wichtigsten europäischen Experten für die Geschichte der Russlanddeutschen und – was in diesem Kontext noch wichtiger war – für tschechoslowakische Zeitgeschichte, baute in dieser Zeit an der Heinrich-Heine-Universität einen Lehrstuhl für Geschichte und Kultur der Deutschen im östlichen Europa auf. Er gehörte ebenso wie sein Prager Freund Professor Křen zu den Gründungsmitgliedern der bilateralen Deutsch-Tschechoslowakischen Historiker-Kommission, seit 1993 Deutsch-Tschechisch und Deutsch-Slowakischen Historikerkommission und hatte eine gute Idee: Die neue Prager Arbeitsstelle für Deutschlandstudien könnte beim Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) in einem der gerade eröffneten Programme für deutschsprachige Studiengänge im Ausland Unterstützung finden, und er persönlich wäre bereit, die Organisation dieses Förderungsprogramms für Prag zu übernehmen. Die gute Idee wurde rasch und mit Erfolg umgesetzt, und Prag wurde für Brandes, der die DAAD-Patenrolle für die Deutschen Studien in Prag mit enormem Einsatz und Ausdauer annahm, in den folgenden fast 20 Jahren eine der wichtigsten Adressen – und selbstverständlich auch Düsseldorf für das von Křen gegründete Prager Zentrum.

Die Prager Anfänge waren nicht gerade einfach. Es fehlte vieles im frisch postrevolutionären Prag, in das das neue Zentrum – später Institut – „hineingeboren“ wurde: Vor allem gab es praktisch keine akademischen Fachleute für Deutschland. Die neue Arbeitsstelle musste aber auch materiell aufgebaut und mit der für die Lehre wichtigen Literatur ausgestattet werden, und es war notwendig, für das Zentrum, den Lehrstuhl, das Institut auch interessierte Studierende zu finden beziehungsweise – zuallererst – die Öffentlichkeit über das neue Fach zu informieren, von seinen Perspektiven zu überzeugen und dann genug junge Leute zu begeistern, die das Abenteuer, ein Fach im *statu nascendi* zu studieren, auf sich nehmen würden. Der große Vorteil der „Geburtsstunde“ bestand darin, dass viele aus dem tschechischen antikommunistischen Dissens gekommene neue Funktionsträger in der revolutionären Regierung sich der Wichtigkeit der Aufgabe, den größten und wichtigsten Nachbar der Tschechoslowakei zu erforschen und eine junge Generation von Deutschlandexperten auszubilden, bewusst waren und dabei auch praktisch helfen wollten. In dieser Situation war es wichtig, dass – vom DAAD gefördert – Beratung, Bücher und auch die Gastdozenten aus Deutschland kamen – von Anfang an über Düsseldorf. Alles musste durch die Hände von Detlef Brandes und seiner Mitarbeiter gehen – große Verdienste um die erfolgreiche Entwicklung der Kooperation mit Prag hat sich im Übrigen die unendlich liebenswürdige und energische Sekretärin des Brandesschen Lehrstuhls und gleichzeitig Lektorin des Tschechischen, Frau Drahoslava Kurzová, erworben.

Gleichzeitig hatte aber auch Brandes die große Aufgabe, seinen neuen Lehrstuhl in Düsseldorf zu etablieren. Auch ihm hat der DAAD damals geholfen: So konnte er eine Reihe von mittel- und osteuropäischen Gastdozenten einladen, die in den folgenden Semestern das Düsseldorfer Lehrangebot um spezielle Themen erweiterten. Als Erster kam damals Witold Molik von Posen nach Düsseldorf. Bald danach vermittelte Jan Křen auch mich an die Heinrich-Heine-Universität. Ich kam also – als ein lernwilliger Stipendiat mit Interesse für alles, was Deutschland betrifft, und zugleich als ein begeisterter Werber für das neue Tschechien – erstmals im Wintersemester 1993/1994 nach Düsseldorf und habe die Heinrich-Heine-Universität als eine wunderbare und menschenfreundliche Universität

mit einer der benutzerfreundlichsten Universitätsbibliotheken Europas für mich entdeckt. Es war für mich damals nicht gerade einfach, auf Deutsch über im Rheinland praktisch unbekannte Themen der böhmischen Geschichte und der historischen Entwicklung des deutsch-tschechischen Zusammenlebens zu dozieren. Man konnte kaum mit Vorkenntnissen der Studierenden rechnen, aber sie waren interessiert und engagiert. Ich selbst lernte dabei viel und konnte dann auch besser die anspruchsvolle Aufgabe der deutschen Gastdozenten in Prag verstehen.

Der DAAD ermöglichte es uns, mit unseren Studierenden in den folgenden Jahren wiederholt für jeweils einen Monat nach Düsseldorf zu kommen. Es war in den 1990er Jahren, als die Prager Bibliotheken zu sehr vielen „deutschen“ – historischen wie aktuellen – Themen noch kaum Literatur besaßen, enorm wichtig, die junge Prager Generation mit den Angeboten der in unseren Augen luxuriösen Düsseldorfer Universität und Universitäts- und Landesbibliothek bekannt zu machen. Die Studierenden recherchierten für ihre Seminar- und Magisterarbeiten und bekamen darüber hinaus auch eine gute Beratung am Rhein – nicht nur durch die Mitarbeiter des Brandesschen Instituts, sondern auch von den Dozenten einer Reihe weiterer Lehrstühle und Fachbereiche, die sie freundlich behandelten und betreuten. Dass dies nicht an allen deutschen Universitäten selbstverständlich ist, konnten viele der Prager dann bei ihren Erasmus-Studienaufenthalten feststellen. Schon darum wurde Düsseldorf zu einer beliebten Adresse für die Stipendienaufenthalte in Deutschland.

Die Reisen nach Düsseldorf konnten wir auch für Besuche der Denkmäler und Museen der Stadt nutzen und bekamen so nebenbei auch genügend Anregungen und Beratung für weitere Exkursionen in andere interessante Kunstzentren des Rheinlands. Es war (und ist) wichtig, den Studierenden zu zeigen, dass die deutsch-tschechischen Kontexte nicht nur auf die traditionellen (und traditionell belasteten) Beziehungen zu Bayern und Sachsen reduzierbar sind. Es ist vielmehr notwendig, das ganze Deutschland in seiner wunderbaren Vielfalt zu entdecken – und gerade das Rheinland beziehungsweise konkret Nordrhein-Westfalen bietet viele Möglichkeiten, um dieses „andere“, westlich und nordwestlich orientierte Deutschland als eine spezifische Größe zu studieren.

Es war wichtig, dass auch die Düsseldorfer Exkursionen nach Prag unternahmen. Es ist in diesem Zusammenhang das besondere Verdienst von Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth, dass er in den 1990er Jahren zunächst regelmäßige Exkursionen der Düsseldorfer Studierenden nach Prag und später auch gemeinsame Seminare der Prager und Düsseldorfer Studierenden in Prag und Düsseldorf beziehungsweise Berlin organisierte. Es macht mir immer wieder Freude, ausländische Gäste durch Prag zu führen und ihre Begegnung mit unserer großzügigen historischen Stadt zu beobachten. Es war immer klar, dass einige Düsseldorfer Dozenten auch darum so opferbereit immer wieder nach Prag kommen, weil sie diese Stadt so gerne immer wieder erleben möchten . . . In diesem Kontext sollte ich wohl an erster Stelle Falk Wiesemann nennen, der als der Allererste von allen Dozenten nach Prag kam und bis zu seiner Pensionierung im Jahr 2009, also mehr als 15 Jahre lang, unserem Lehrstuhl und Institut treu geblieben ist. Seine Lehre auf dem Gebiet der deutschen Zeitgeschichte erweiterte er nach einiger Zeit auch um das Gebiet der Jüdischen Studien und organisierte dann – in einer wunderbaren Zusammenarbeit mit unseren Studierenden – zwei hochinteressante, eher Entdeckungsreisen als bloße didaktische Exkursionen zu den

Denkmälern und Orten der jüdischen Geschichte und Kultur in Böhmen und Mähren.<sup>1</sup> Seine kenntnisreiche und freundliche Beratung – in Prag wie in Düsseldorf – war und ist für uns unersetzbar.

Die erfolgreichen Evaluierungen durch den DAAD haben dem Prager Lehrstuhl für Deutsche Studien schließlich die Möglichkeit eröffnet, die wichtige finanzielle und personelle Unterstützung um eine Langzeitdozentur zu erweitern. Die Reihe der Düsseldorfer „Residenten“ in Prag eröffnete Berndt A. Rusinek, ein von uns allen geschätzter Kenner nicht nur der deutschen Zeitgeschichte, sondern auch ein interessierter Kunst- und Kulturmensch mit überraschenden Kenntnissen der modernen Technikgeschichte und der ausgeprägten Fähigkeit, seine Prager Studierenden zu motivieren. Es folgte ihm der Mommensen-Schüler Boris Bath, ein sehr engagierter und von den Prager Studierenden verehrter Dozent, der für die Dauer seiner Gastdozentur gleich mit der ganzen Familie nach Prag umzog. Sein ebenso geschätzter Nachfolger Christoph Cornelißen musste seinen Prager Aufenthalt (leider) etwas früher beenden, weil er einen Ruf nach Kiel erhielt – mit der wilden Ostsee kann die schöne Moldau dann doch nicht konkurrieren. . . . Nach einer kurzen Übergangszeit ohne fachliche „Langzeitbetreuung“ aus Düsseldorf übernahm die Stelle dann aber ein weiterer, in Prag schon seit seinen studentischen Jahren gut orientierter Düsseldorfer: Volker Zimmermann, der in Prag sein wirkliches Zuhause fand. Neben diesen jüngeren DAAD-Gastdozenten konnten wir aber auch einen anerkannten Düsseldorfer Gastprofessor gewinnen: Univ.-Prof. Dr. Hans Süßmuth hat im Rahmen eines weiteren DAAD-Programms im Jahr 2000 ein Semester erfolgreich in Prag doziert und unser Lehrangebot neben der Neuesten Geschichte dankenswerterweise auch um interessante didaktische Aspekte erweitert.

## Vertragspartnerschaft

Die Vorbereitungsphase der offiziellen Universitätspartnerschaft endete schließlich 1998, im Jahr der Prager Feierlichkeiten zum 650. Jubiläum der Gründung der Prager Universität. Damals bot sich die außerordentliche Möglichkeit, den wichtigsten kontinuierlich kooperierenden Düsseldorfer Wissenschaftlern die Ehrendoktorwürde der Karls-Universität zu verleihen. Die Sozialwissenschaftliche Fakultät zeichnete in diesem besonderen Jahr verdienstermaßen Detlef Brandes aus: als einen hervorragenden Forscher und einen mit der Karls-Universität eng verbundenen, hoch produktiven und angesehenen Autor, der sich mit der schwierigen Besatzungs- und Kriegszeit der tschechoslowakischen Geschichte in einem faszinierend breiten Kontext der ost- und mitteleuropäischen Geschichte beschäftigt.<sup>2</sup> In demselben Jubiläumsjahr wurden auch jene Mitarbeiter der Universität mit einer

<sup>1</sup> Falk Wiesemanns Bücher zur jüdischen Kultur werden in Prag systematisch besprochen, er nimmt regelmäßig an den Tagungen zur jüdischen Geschichte und Kultur in den böhmischen Ländern teil und hat zu mehreren Themen im Prager Jüdischen Museum und in den historischen Bibliotheken Prags geforscht. Darüber hinaus veranstaltete Falk Wiesemann als DAAD-Gastdozent in unserem Institut im Jahre 1995 in der Kooperation mit dem Goethe-Institut Prag, dem Prager Jüdischen Museum und der Präsidentenkanzlei der Tschechischen Republik eine exklusive Ausstellung über deutsche „Genisa-Funde“ in der barocken Prager Portheim-Villa. Sein jüngster, gut besuchter Vortrag im Prager Goethe-Institut am 24. April 2008 war der antisemitischen Bildpropaganda gewidmet.

<sup>2</sup> Von seinen jüngeren Büchern hatte besonders *Der Weg zur Vertreibung 1938–1945. Pläne und Entscheidungen zum „Transfer“ der Deutschen aus der Tschechoslowakei und aus Polen* (München 2001) große Resonanz erfahren und wurde gleich ins Tschechische übersetzt.

Medaille geehrt, die in der Zeit nach der sanften Revolution von 1989 besonders viel für die Universität, ihre Fakultäten und Institute geleistet haben. Die Sozialwissenschaftliche Fakultät zeichnete in diesem Kontext unter anderem Falk Wiesemann für seine großen Verdienste um den Aufbau der Deutschen Studien aus.

Im Jubiläumsjahr war die Zeit dann auch endlich reif für die Unterzeichnung eines Partnerschaftsvertrages zwischen beiden Universitäten. Dafür mussten auf der Prager Seite dem *collegium rectoris* Beweise dafür vorgelegt werden, dass zwischen den beiden befreundeten Universitäten mindestens drei wirklich laufende Programme oder Projekte bestehen. Man wollte keine nur formellen Partnerschaften pflegen in einer Zeit, in der die regen Arbeitskontakte quer durch die ganze Welt zum Alltag wurden. Im Falle der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf war es aber kein Problem, eine solche tatkräftige Zusammenarbeit zu dokumentieren. Die drei Prager medizinischen Fakultäten konnten leicht nachweisen, dass sie mit den Düsseldorfer Medizинern wichtige Forschungskontakte, Studierenden- und Dozentenaustausche und so weiter unterhielten. Der angesehene Hautexperte der Heinrich-Heine-Universität, Univ.-Prof. Dr. Thomas Ruzicka, war führender Gesprächspartner der ihm aus seinen frühen Prager Studienjahren gut bekannten Kollegen, jetzt Dekane: Prof. Dr. Martin Bojar, Prof. Dr. Štěpán Svačina und Prof. Dr. Michal Anděl. Weitere Kontakte zur Heinrich-Heine-Universität pflegten die Philosophische Fakultät und das Institut für Geschichte der Karls-Universität. Über die Sozialwissenschaftliche Fakultät habe ich bereits berichtet.

Die durch die Rektoren Gert Kaiser und Karel Malý unterzeichnete Partnerschaft wurde weiter ausgebaut und durch das Programm für Internationale Zusammenarbeit des nordrhein-westfälischen Ministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Neben den bereits erwähnten entstanden gemeinsame Programme auch in der Mathematik (Mathematisch-Physikalische Fakultät der Karls-Universität), in der Informationswissenschaft (Pädagogische Fakultät der Karls-Universität) und in den angewandten Informationsbereichen (Sportfakultät der Karls-Universität und Medizinische Fakultät der Karls-Universität in Königgrätz). Darüber hinaus fanden nun auch Germanisten und Kunsthistoriker aus der Prager Philosophischen Fakultät den Weg nach Düsseldorf, und auch die Soziologen der Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Karls-Universität schlossen sich der Partnerschaft an.

Für die Deutschen Studien hat die wesentliche Erweiterung der Zusammenarbeit im Rahmen einer breiter als bisher angelegten und formalisierten Partnerschaft neue Kontakte und neue Gastdozenten gebracht. Vor allem begannen nun die Düsseldorfer Germanistinnen, nach Prag zu pendeln. Noch intensiver als Prof. Dr. Sybille Schönborn hat sich Prof. Dr. Gertrude Cepl-Kaufmann in Prag etabliert und mit großem Erfolg nicht nur regelmäßig über moderne deutsche Literatur gelehrt, sondern hier auch einige Magisterarbeiten betreut und die Mitbetreuung einer Dissertation über den deutschen und den tschechischen P.E.N.-Club der Nachkriegszeit übernommen. Frau Cepl-Kaufmann hat in Prag darüber hinaus viele Forschungskontakte geknüpft – besonders zum Literarischen Archiv und zum Archiv der Akademie der Wissenschaften – und dadurch ihre Prager Aktivitäten über die Universität hinaus erweitert. Ein enorm wichtiger Gewinn war und ist ferner die Bereitschaft von wichtigen Düsseldorfer Politologen und Soziologen wie Univ.-Prof. Dr. Hartwig Hummel und Univ.-Prof. Dr. Peter H. Hartmann, wiederholt in Prag zu unterrichten und die Prager Studierenden in Düsseldorf zu beraten. Aber es kommen na-

türlich nicht nur die Professoren als DAAD-Dozenten aus Düsseldorf nach Prag, sondern auch eine Menge ihrer jüngeren Mitarbeiter, die sich an der Lehre und der Betreuung der Studierenden tatkräftig beteiligen.

In allen erwähnten Disziplinen – das gilt für die deutsche Literatur der Nachkriegszeit und wichtige Probleme der deutschen politischen Kultur ebenso wie für die sozialen Themen der Gegenwart – vermitteln die Düsseldorfer Dozenten sehr häufig Problematiken, über die in Tschechien gar nicht geforscht, geschweige denn gelehrt wird. Das Institut für Internationale Studien bietet diese Veranstaltungen selbstverständlich nicht nur den Studierenden der Sozialwissenschaftlichen Fakultät an, sondern allen der deutschen Sprache zumindest passiv mächtigen Interessentinnen und Interessenten der Karls-Universität.

Düsseldorf hat in den letzten Jahren natürlich auch im Kernbereich unserer dauerhaften Interessen – in der deutschen Zeitgeschichte – sehr Wichtiges angeboten: So fand etwa Prof. Dr. Susanne Hilger ein großes Publikumsecho mit ihren Veranstaltungen zur Wirtschaftsgeschichte der Nachkriegszeit. Sie vermittelt nämlich nicht nur „klassische“ Wirtschaftsgeschichte, sondern verbindet ihre Themen mit der Problematik der Modernisierung oder Amerikanisierung und verdeutlicht so die Komplexität der geschichtlichen Vorgänge. Die Ergebnisse solcher Veranstaltungen spiegeln sich dann unter anderem in der Themenwahl der Studierenden für ihre Qualifikationsarbeiten wider.

## Qualifikationsarbeiten

Es gehört in dem erwähnten Kontext zu den wichtigen Leistungen von Detlef Brandes, dass er seit den 1990er Jahren den Düsseldorfer Magisterstudierenden immer wieder Themen aus der Geschichte der Tschechoslowakei nahelegte und sie mit verschiedenen Stipendien oder auch als DAAD-Tutoren nach Prag schickte. Die Tutoren beteiligen sich an den in deutscher Sprache angebotenen Lehrveranstaltungen der Prager Dozenten, beraten die Studierenden, die sich um Stipendien nach Deutschland und besonders Düsseldorf bewerben und helfen auch bei der Konzeption der deutschsprachigen Publikationen des Lehrstuhls. Vor allem aber forschen sie für ihre Magisterarbeiten oder bereiten sich auf postgraduale Forschungsstipendien vor. Hierbei kommen ihnen häufig auch die guten Tschechischkenntnisse zugute, die sie in der Vorbereitung ihres Prager Aufenthaltes an der Heinrich-Heine-Universität in den Sprachkursen bei Frau Kurzová erwerben konnten. Die tschechischen Dozenten wiederum stehen ihnen hier als Rat gebende Betreuer nicht zuletzt hinsichtlich der Orientierung und der Kontakte in den Bibliotheken und Archiven zur Verfügung.

Es gibt inzwischen viele erfolgreiche Beispiele dafür, dass diese Zusammenarbeit „auf Arbeitsebene“ funktioniert. So entstand in Düsseldorf eine Reihe von Magisterarbeiten zu wichtigen Themen der tschechoslowakischen oder auch deutsch-böhmischen Geschichte, die dann entweder direkt publiziert oder Ausgangspunkte für erfolgreiche Dissertationen wurden. Das beste Beispiel ist die Dissertation von Volker Zimmermann über die Sudetendeutschen im NS-Staat in den Jahren 1938 bis 1945, die schon zwei Jahre nach der Erstveröffentlichung auch in tschechischer Sprache in Prag publiziert wurde und schnell zum Standardwerk avancierte.<sup>3</sup> Ähnlich erfolgreich waren die Qualifikationsarbeiten eines anderen Brandes-Schülers: Andreas Wiedemann. Seine Magisterarbeit über die Reinhard-

<sup>3</sup> Vgl. Zimmermann (1999).

Heydrich-Stiftung in Prag (1942 bis 1945) aus dem Jahr 2000 erschien dann 2003 ebenfalls auf Tschechisch.<sup>4</sup> Für seine Dissertation wählte Wiedemann allerdings ein anderes Thema: die Wiederbesiedlung der durch Zwangsmigration der sudetendeutschen Bevölkerung in den unmittelbaren Nachkriegsjahren in manchen Gebieten fast menschenleeren Grenzgebiete Tschechiens.<sup>5</sup> Als drittes Beispiel möchte ich hier die Magisterarbeit von Nina Lohmann über die zentrale Persönlichkeit der deutsch-böhmischen, später „sudetendeutschen“ Geschichtsschreibung in der Ersten Tschechoslowakischen Republik nennen: „Wilhelm Wostry und die ‚sudetendeutsche‘ Geschichtsschreibung bis 1938“. Ihre Studie wurde direkt zur Veröffentlichung in die Prager Universitätsreihe *Acta Universitatis Carolinae* aufgenommen.<sup>6</sup>

Was haben diese erfolgreichen, mit einer Reihe guter Besprechungen und etlichen Preisen geehrten Arbeiten gemeinsam? Eine Recherche, die die deutsche wie die tschechische Literatur lückenlos ausschöpft, große Leistungen in der Quellenarbeit in den tschechischen wie deutschen Archiven, interessante Fragestellungen und kritische, unvoreingenommene Interpretationen schwieriger, politisch belasteter oder – in der tschechischen wie in der deutschen Gesellschaft – manchmal gar lange Jahre tabuisierter Themen.

Auch die Ergebnisse der Forschungen der tschechischen Stipendiaten in Düsseldorf sind beachtlich. Daher möchte ich hier einige mit dem „Lob des Dekans“ abgeschlossene und dann publizierte Arbeiten nennen, die für die tschechische Politologie und Genderforschung, für die Historiografie oder Kunstgeschichte als wichtige Anstöße gelten und die Tür zu bisher in Tschechien nicht bekannten oder beforschten Problemstellungen öffnen. Hier muss erstens die Arbeit von Johana Jonáková, „Vergleich der politischen Diskussionen über den Paragraphen 218 in den 1970er und 1990er Jahren vor dem Hintergrund der Aktionen der Frauenbewegung“, genannt werden.<sup>7</sup> Drei Jahre später erschienen dann zwei Studien, die sich aus erfolgreichen, in Düsseldorf recherchierten Magisterarbeiten entwickelt hatten: Soňa Mikulová erhielt für ihre Arbeit über „Die NS-Kulturpolitik in Düsseldorf 1933–1945“ einen der prestigevollsten Preise für studentische Arbeiten – den Hlávka-Preis.<sup>8</sup> Und ebenso inspirativ war auch die Arbeit von Tomáš Nigrin über „Die Versorgung der Düsseldorfer Bevölkerung und die Versorgungspolitik in der britischen Besatzungszone 1945–1948“.<sup>9</sup> Im Jahr 2009 wurde dann die gemeinsam von Volker Zimmermann und Susanne Hilger betreute Magisterarbeit von Tereza Huclová mit dem „Lob des Dekans“ ausgezeichnet: „Die Bedeutung des Marshallplans für die Elektrizitätswirtschaft in Nordrhein-Westfalen“. Auch diese Arbeit wird bald in unserer Universitätsreihe publiziert werden.

## Tagungen

Schließlich sollen auch die kooperativ durchgeführten wissenschaftlichen Tagungen genannt werden. Die schon erwähnte Deutsch-Tschechoslowakische Historiker-Kommission, seit 1993 Deutsch-Tschechisch und Deutsch-Slowakische Historikerkommission, de-

<sup>4</sup> Vgl. Wiedemann (2000).

<sup>5</sup> Vgl. Wiedemann (2007).

<sup>6</sup> Vgl. Lohmann (2004).

<sup>7</sup> Veröffentlicht in: *Acta Universitatis Carolinae – Studia Territorialia* VI (2004), 153–236.

<sup>8</sup> Vgl. Mikulová (2007).

<sup>9</sup> Vgl. Nigrin (2007).

ren Leitung in den Jahren 1990 bis 2008 im Institut für Internationale Studien angesiedelt war, wandte sich gerne an unsere Düsseldorfer Gastdozenten mit der Bitte, bei den Kommissionstagungen konzeptionell und organisatorisch mitzuwirken und auch die Mitherausgabe einiger Bände zu übernehmen. So organisierte Boris Barth eine erfolgreiche Tagung zu den Wirtschaftskontakten und zur Konkurrenz zwischen Tschechen und Deutschen in der Zwischenkriegszeit.<sup>10</sup> Christoph Cornelißen, der später selbst in die Kommission berufen wurde, bereitete mit dem slowakischen Kollegen Roman Holec und mir gemeinsam eine interessante Tagung und anschließend einen Tagungsband zur Erinnerungskultur vor.<sup>11</sup> Jüngst organisierte Volker Zimmermann zusammen mit dem neuen Vorsitzenden der Kommission, Prof. Dr. Miloš Řezník, eine Tagung zum 20. Jubiläum der Wende, die im Herbst 2009 stattgefunden hat. Volker Zimmermann, der schon 2008 gemeinsam mit dem Mitarbeiter unseres Instituts PhDr. Tomáš Nigrin und in Zusammenarbeit mit dem Herder-Institut Marburg eine spannende Jahrestagung unseres Instituts zur Problematik der Loyalitäten im Staatssozialismus der DDR, der Tschechoslowakei und Polens realisiert hat, spielt also heute dieselbe wichtige Rolle als Langzeitdozent, gefördert vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst, wie seine Vorgänger: Er setzt seine vielfältigen deutschen und internationalen Kontakte für diese Veranstaltungen ein. Das ist für das Institut für Internationale Studien nicht zuletzt deshalb wichtig, weil so die praktischen Kontakte zum deutschen wissenschaftlichen Milieu lebendig gehalten werden können.

Als letztes Beispiel für die hervorragende Zusammenarbeit beider Universitäten habe ich die gemeinsamen interdisziplinären Tagungen Prag – Düsseldorf reserviert, die seit der Unterzeichnung des offiziellen Partnerschaftsvertrags turnusgemäß alle zwei Jahre veranstaltet werden. Hierbei handelt es sich um Tagungen, die ursprünglich zwei Fachschwerpunkte hatten: Geschichte und Medizin. Aus dieser Perspektive wurden die Rahmenthemen gewählt, um die Mediziner und die Historiker zusammen zu einem fachübergreifenden Gespräch zu bringen. Die erste Tagung fand im Jahr 1999 in Düsseldorf statt und beschäftigte sich mit dem Thema „Mensch und Medizin in den totalitären und demokratischen Gesellschaften“.<sup>12</sup> Zwei Jahre später wurde in Prag über „Moderne Biologie: Möglichkeiten und Risiken, Hoffnungen und Gefahren“ getagt.<sup>13</sup> Im Jahr 2003 wählten wir für die Düsseldorfer Tagung das Problem von „Propaganda, (Selbst-)Zensur, Sensation. Grenzen von Presse- und Wissenschaftsfreiheit in Deutschland und Tschechien seit 1871“.<sup>14</sup> Schon damals zeigte sich, dass wir auch die Medienwissenschaftler und andere Fächer für diese Begegnungen interessieren können. Noch deutlicher war dies bei der Prager Tagung 2005, als wir über das Thema „Der alte Mensch in der modernen Gesellschaft“ diskutierten und neben den historischen und medizinischen auch soziologische und literaturwissenschaftliche Beiträge hörten. Das Thema der Düsseldorfer Tagung von 2007 wählten wir dann bewusst so, um eine größere Anzahl der Fächer und Fakultäten beider Universitäten zusammenzubringen: „Hoffnung in Wissenschaft, Gesellschaft und Politik in Tschechien und Deutschland“.<sup>15</sup> Eine breite thematische Palette an Referaten wurde

---

<sup>10</sup> Vgl. Barth *et al.* (1999).

<sup>11</sup> Vgl. Cornelißen *et al.* (2005).

<sup>12</sup> Vgl. Ruzicka *et al.* (2001).

<sup>13</sup> Vgl. Anděl *et al.* (2003).

<sup>14</sup> Vgl. Anděl *et al.* (2005).

<sup>15</sup> Vgl. Anděl *et al.* (2009).



auch für die Prager Tagung im Herbst 2009 vorbereitet: „Blut – ein besonderer Saft. Perspektiven aus Medizin, Geschichte und Gesellschaft“. Zu diesem Thema haben sich Ägyptologen, Ethnologen, Medizinhistoriker, Kunsthistoriker, Historiker aller Ausrichtungen und Philosophen ebenso wie Literatur- und Sprachwissenschaftler mit den Medizinern ausgetauscht. Die Einladung gilt immer allen interessierten Mitgliedern beider Universitäten: den Professoren gleich wie den Studierenden. Die Tagungen sollen nicht nur der reinen Wissenschaft, sondern auch der „Entdeckung“ der Partneruniversität dienen – sie werden daher um das Angebot ergänzt, Institute oder Kliniken der Gastgeberuniversität zu besuchen und sich über die Möglichkeiten einer engeren Zusammenarbeit oder eines Gaststudiums zu informieren. Auch im Jahrhundert der elektronischen Kommunikation bleiben persönliche Erfahrung und einfache kollegiale Gespräche weiterhin wichtiger und zukunftsprägender als alle virtuellen Konferenzen.

Es wurde also sehr viel geleistet in dieser guten und engen (informellen wie formalisierten) Partnerschaft in den zwei Jahrzehnten seit der Wende. Wir Prager wissen die Hilfe, Beratung, Lehre und vor allem Freundschaft von Dutzenden Düsseldorfer Kolleginnen und Kollegen sehr zu schätzen. Das können alle Uni-Medaillen für die Hochverdienten nur andeuten. Die Düsseldorfer haben in Prag sehr viel geleistet – in keinem Fall nur für einen Lehrstuhl, ein Institut oder eine Fakultät. Sie wurden in einem hohen Maß ins wissenschaftliche und kulturelle Leben Prags (auch zum Beispiel über die Veranstaltungen des Goethe-Instituts) integriert; ihre Werke werden hier regelmäßig besprochen, ihre Bücher und Studien gedruckt, und ihre Schüler geben die Information über die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf weiter an die Neankömmlinge. Es bleibt uns allein die Aufgabe, endlich auch Studienprogramme vorzubereiten, um den Studierenden unserer Länder gemeinsame Studiengänge und Promotionskollegien anbieten zu können. Die vertraglichen Bedingungen dafür wurden schon geschaffen, wir müssen nun Wege finden, sie mit Inhalt zu füllen.

Die Prager Partner sind sich im Klaren, dass sie in den vergangenen zwei Jahrzehnten mehr genommen als gegeben haben. Sie sind aber bereit, auch für den Partner am Rhein mehr als vereinzelt Vorträge zu leisten. Wir müssen gemeinsam weitere Ideen entwickeln, um diese Partnerschaft und Freundschaft auch in Zukunft lebendig zu halten und noch besser zugunsten unserer beider Universitäten auszubauen.

## Literatur

- ANDĚL, Michal, Detlef BRANDES, Thomas RUZICKA, Alfons LABISCH, Pavel KRAML und Petr ARENBERGER (Hrsg., 2003). *Moderne Biologie: Möglichkeiten und Risiken, Hoffnung und Bedrohung*. Prag.
- ANDĚL, Michal, Detlef BRANDES, Alfons LABISCH, Jiří PEŠEK und Thomas RUZICKA (Hrsg., 2005). *Propaganda, (Selbst-)Zensur, Sensation. Grenzen von Presse- und Wissenschaftsfreiheit in Deutschland und Tschechien seit 1871*. Essen.
- ANDĚL, Michal, Detlef BRANDES und Jiří PEŠEK (Hrsg., 2009). *Hoffnung in Wissenschaft, Gesellschaft und Politik in Tschechien und Deutschland*. Essen.
- BARTH, Boris, Josef FALTUS, Jan KŘEN und Eduard KUBŮ (Hrsg., 1999). *Konkurrenzpartnerschaft. Die deutsche und die tschechoslowakische Wirtschaft in der Zwischenkriegszeit*. Essen.
- CORNELISSEN, Christoph, Roman HOLEC und Jiří PEŠEK (Hrsg., 2005). *Diktatur – Krieg – Vertreibung. Erinnerungskulturen in Tschechien, der Slowakei und Deutschland seit 1945*. Essen.

- LOHMANN, Nina (2004). „Wilhelm Wostry und die ‚sudetendeutsche‘ Geschichtsschreibung bis 1938“, *Acta Universitatis Carolinae – Historia Universitatis Carolinae Pragensis* XLIV, 45–145.
- MIKULOVÁ, Soňa (2007). „Nacistická kulturní politika v Düsseldorfu 1933–1945“, *Acta Universitatis Carolinae – Studia Territorialia* IX, 151–266.
- NIGRIN, Tomáš (2007). „Zásobování düsseldorfského obyvatelstva a britská zónová zásobovací politika 1945–1948“, *Acta Universitatis Carolinae – Studia Territorialia* IX, 267–353.
- RUZICKA, Thomas, Michal ANDĚL, Martin BOJAR, Detlef BRANDES und Alfons LABISCH (Hrsg., 2001). *Mensch und Medizin in den totalitären und demokratischen Gesellschaften. Beiträge zu einer tschechisch-deutschen Tagung der Universitäten Prag und Düsseldorf*. Essen.
- WIEDEMANN, Andreas (2000). *Die Reinhard-Heydrich-Stiftung in Prag (1942–1945)*. Dresden. (Hannah-Arendt-Institut – Berichte und Studien; 28)
- WIEDEMANN, Andreas (2007). „Komm mit und das Grenzland aufbauen!“ *Ansiedlung und neue Strukturen in den ehemaligen Sudetengebieten 1945–1952*. Essen.
- ZIMMERMANN, Volker (1999). *Die Sudetendeutschen im NS-Staat. Politik und Stimmung der Bevölkerung im Reichsgau Sudetenland (1938–1945)*. Essen.

**Gesellschaft von Freunden  
und Förderern  
der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf e.V.**



# OTHMAR KALTHOFF

## Jahresbericht 2008

Im Jahr 2008 hat die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. (GFFU) für die Förderung von Forschung und Lehre insgesamt circa 1.568.000 € zur Verfügung gestellt (2007: circa 1.416.000 €). Die finanziellen Hilfen für die Universität konnten somit gegenüber dem Vorjahr um circa 10,7 Prozent gesteigert werden. Auf Fördermaßnahmen durch die Freundesgesellschaft (einschließlich der gesellschaftseigenen Cécile und Oskar Vogt-Institut für Hirnforschung GmbH) entfielen davon circa 396.000 € (2007: circa 218.000 €), auf die 18 von der GFFU betreuten Stiftungen circa 611.000 € (2007: 607.000 €) und auf treuhänderisch verwaltete Drittmittel circa 561.000 € (2007: circa 592.000 €). Die ausgezahlten Mittel dienten vor allem der Unterstützung von Gastvorlesungen, der Anschaffung von Geräten und Materialien, der Publikation wissenschaftlicher Literatur, der Veranstaltung von Symposien und Konferenzen, der Förderung von Tagungs- und Forschungsreisen, der Gewährung von Stipendien sowie dem Studierendenaustausch.

Am 31. Dezember 2008 verfügte die GFFU über ein Gesamtvermögen von 30.647.599,90 € (Ende 2007: 29.505.253,65 €). Das Vermögen erhöhte sich damit um 3,9 Prozent.

Die vorstehend genannten Zahlen machen deutlich, dass es der Freundesgesellschaft gelungen ist, einigermaßen unbeschadet durch die weltweite Finanzkrise zu kommen, in deren Zeichen das Jahr 2008 stand. Rückschauend erwies es sich als ausgesprochener Glücksfall, dass das Vermögen der GFFU und des überwiegenden Teils ihrer Stiftungen seit Anfang 2008 in einem Spezialfonds „ARGUS“ der Deutschen Bank angelegt ist. Im Zuge der Vermögensübertragung waren zuvor alle bisher im Portefeuille befindlichen Wertpapiere verkauft worden, so dass zu Beginn des Krisenjahres praktisch ausschließlich Barmittel vorhanden waren. Diese wiederum wurden nur mit großer Vorsicht und unter besonderer Beachtung von Sicherheits-, aber auch Renditegesichtspunkten wieder angelegt. Durch kluges Management konnte der Fonds eine Nettorendite von 4,45 Prozent erzielen, wovon vier Prozent an die GFFU und die beteiligten Stiftungen ausgeschüttet und die restlichen 0,45 Prozent zwecks realer Werterhaltung thesauriert wurden.

Das Thema „reale Werterhaltung in Zeiten der Inflation“ war auch Gegenstand intensiver Beratungen im GFFU-Vorstand. Dahinter stand die Sorge, dass eine schleichende Geldentwertung im Laufe der Zeit die Möglichkeiten der Freundesgesellschaft, die Heinrich-Heine-Universität zu unterstützen, immer mehr einschränken könnte. Daher verabschiedete der Vorstand eine Richtlinie, wonach die freie Rücklage der GFFU jährlich bis zur Grenze des steuerrechtlich Möglichen dotiert werden soll. Der Vorstand behielt sich allerdings vor, von dieser Regelung abzuweichen, wenn dringender Finanzierungsbedarf für

besonders wichtige Projekte besteht. In diesem Fall muss aber der reale Vermögenserhalt zumindest mittelfristig gewahrt bleiben.

Erfreulicherweise flossen einigen von der GFFU verwalteten Stiftungen auch beträchtliche neue Geldmittel zu. So konnte die Dr.-Günther- und Imme-Wille-Stiftung 900.000 € als zweite Rate einer Zustiftung in Höhe von 1,9 Millionen € vereinnahmen; damit beträgt das Kapital dieser Stiftung inzwischen rund 2.377.000 €. Das Kapital der Christiane- und Claudia-Hempel-Stiftung für Klinische Stammzellforschung wurde durch den Stifter abermals um 343.000 € auf nunmehr eine Million € aufgestockt.

Am 5. Februar 2008 erhielten die ersten fünf Studierenden, die Nutznießer eines neuen GFFU-Stipendienprogramms sind, in einer kleinen Feier ihre Urkunden. Die Stipendiaten, die ausschließlich nach Qualitätskriterien ausgewählt wurden, bekommen über einen Zeitraum von zwei Jahren monatlich 250 €. Da jährlich fünf Studierende hinzukommen, werden ab dem zweiten Jahr stets zehn Stipendiaten gleichzeitig gefördert.

Aus der Tätigkeit der Stiftungen, für die die GFFU verantwortlich zeichnet, sind einige Fördermaßnahmen besonders erwähnenswert. So konnte Univ.-Prof. Dr. Carsten Münk, der auf die von der Heinz-Ansmann-Stiftung für AIDS-Forschung finanzierte Stiftungsprofessur für AIDS-Forschung berufen wurde, im Jahr 2008 seine Tätigkeit aufnehmen. Sein Start war sehr erfolgreich. Beispielsweise konnten schon erste Drittmittel eingeworben werden, unter anderem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Das Kuratorium der „Gründerstiftung zur Förderung von Forschung und wissenschaftlichem Nachwuchs an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ beschloss, die neu gegründete NRW-Forschungsschule BioStruct für einen Zeitraum von fünf Jahren mit jährlich bis zu 250.000 € zu fördern. Damit werden die Mittel des Landes und der Universität ergänzt, um die Finanzierung von 21 Stipendiaten sicherzustellen.

Die Paul- und Marianne-Pap-Stiftung bewilligte 80.000 € für zwei Projekte der Kinderklinik. Darüber hinaus wurden 20.000 € für Aufklärungs- und Werbemaßnahmen zur Verfügung gestellt, die dazu beitragen sollen, bisher fast kaum bekannte Stoffwechselerkrankungen bei Kindern mehr in das öffentliche Bewusstsein zu rücken.

Auch im Jahr 2008 wurden wieder einige wissenschaftliche Preise vergeben. Den „Preis der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“, dotiert mit 10.000 €, erhielt PD Dr. Benjamin Klopsch, Mathematisches Institut der Heinrich-Heine-Universität. Mit dem „Reinhard-Heynen- und Emmi-Heynen-Preis“, ausgestattet mit 12.500 €, wurde Univ.-Prof. Dr. Dieter Birnbacher (Lehrstuhl für Praktische Philosophie der Heinrich-Heine-Universität) ausgezeichnet. Empfänger des „Forschungspreises der Dr.-Günther- und Imme-Wille-Stiftung“ (10.000 €) war Dr. Edgar Grinstein, Institut für Transplantationsdiagnostik der Heinrich-Heine-Universität.

# **GERT KAISER und OTHMAR KALTHOFF**

## **Die wichtigsten Stiftungen der Freundesgesellschaft**

Die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. ist heute eine der größten Universitätsgesellschaften. Die Stifter haben ihr Fördermittel anvertraut, die mittlerweile auf rund 30 Millionen € angewachsen sind. Alle Erträge fließen in die Universität. Hinzu kommen zweckgebundene Spenden, die verschiedene Förderer über die Freundesgesellschaft der Universität zukommen lassen. So überweist die Freundesgesellschaft im Durchschnitt rund 2,5 Millionen € jährlich an die Universität.

Die wichtigsten Stiftungen danken sich Einzelpersonlichkeiten, nicht also Unternehmen oder Institutionen. Neben den fünf größten, die hier kurz in der Reihenfolge ihrer Entstehung skizziert werden, gehören noch weitere 14 Stiftungen unter das Dach der Freundesgesellschaft. Auch sie wurden von mäzenatischen Persönlichkeiten aufgebracht.

### **Dr. Reinhard- und Emmi-Heynen-Nachlass**

Das Düsseldorfer Unternehmerehepaar Dr. Reinhard Heynen und Emmi Heynen hatte durch ein gemeinschaftliches Testament festgelegt, dass sein Vermögen nach dem Tod des Letztlebenden der Gesellschaft von Freunden und Förderern zufallen sollte. Als Zweckbestimmung wurde ganz allgemein die Förderung der Wissenschaft an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf angegeben.

Der Erbfall trat am 14. Oktober 1978 ein. Seitdem ist die Freundesgesellschaft Eigentümerin des Nachlasses, den sie als Sondervermögen verwaltet. Das Erbe des Ehepaares Heynen war eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass die Gesellschaft von Freunden und Förderern wiederholt größere Investitionsprojekte der Universität (mit)finanzieren konnte. In diesem Zusammenhang sind zum Beispiel die Wohneinheiten und der Heinrich-Heine-Saal auf dem Campus-Süd zu erwähnen.

Aus den Erträgen des Nachlasses wird jedes Jahr der „Reinhard-Heynen und Emmi-Heynen-Preis“, dotiert mit 12.500 €, verliehen, und zwar als Auszeichnung für Wissenschaftler der Heinrich-Heine-Universität, die wegen ihrer herausragenden Leistungen eine Förderung verdienen.

Ende 2008 verfügte der Nachlass über ein Vermögen von 2.938.000 €.

### **Konrad-Henkel-Stiftung**

Die Konrad-Henkel-Stiftung wurde am 24. Oktober 1985 aus Anlass des 70. Geburtstages von Herrn Dr. Konrad Henkel errichtet. Das Stiftungskapital betrug 500.000 DM. Zweck der Stiftung ist die Förderung der Wirtschaftswissenschaften und der wissenschaftlichen Auslandsbeziehungen der Heinrich-Heine-Universität.

Die Stiftung leistete in ihren Anfangsjahren einen wichtigen Beitrag zum Aufbau der neuen Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, indem sie unter anderem eine ganze Reihe von Lehraufträgen sowie die Anschaffung von Fachliteratur finanzierte. Seit 1993 vergibt

die Konrad-Henkel-Stiftung auch einen Konrad-Henkel-Preis für die besten Examina an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät. An der Einrichtung des Lehrstuhls „Unternehmensprüfung und Besteuerung“ (heute: „Unternehmensprüfung und Controlling“) beteiligte sich die Konrad-Henkel-Stiftung mit 250.000 DM (je 50.000 DM verteilt auf fünf Jahre). Zu der Anschubfinanzierung des Lehrstuhls für gewerblichen Rechtsschutz trug die Konrad-Henkel-Stiftung ebenfalls bei. Ferner gehörte sie zu den Stiftern der Schloss-Mickeln-Stiftung im Jahr 1998 (Kapitalbeteiligung 150.000 DM); im folgenden Jahr konnte die Stiftung für die Renovierung von Schloss Mickeln weitere 100.000 DM zur Verfügung stellen (es handelte sich um Mittel aus einer Spendenaktion aus Anlass des Todes von Dr. Konrad Henkel). Der heutige Vorsitzende ist der Sohn von Konrad Henkel, Dr. Christoph Henkel.

Vor allem aufgrund mehrerer Zustiftungen durch die Firma Henkel erhöhte sich das Vermögen der Stiftung per 31. Dezember 2008 auf 1.695.000 €.

### **Heinz-Ansmann-Stiftung für AIDS-Forschung**

Die Stiftung wurde am 18. Dezember 1985 durch den Düsseldorfer Bankier Heinz Ansmann mit einem Anfangsvermögen von 250.000 DM gegründet. Seinerzeit war die HIV-Infektion gerade erst als neues Problem mit großem Gefährdungspotenzial entdeckt worden. Angeregt wurde die Stiftung durch die AIDS-Gruppe an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität, die von Herrn Univ.-Prof. Dr. Georg Strohmeyer geleitet wurde. Herr Ansmann ließ sich von Prof. Strohmeyer davon überzeugen, dass hier wissenschaftliche Forschung von großer Tragweite unter Einsatz erheblicher finanzieller Mittel notwendig sei. Die Stiftung leistete also auf diesem immer wichtiger werdenden Gebiet Pionierarbeit. Vor allem durch mehrfache Zustiftungen von Herrn Ansmann wuchs das Vermögen der Stiftung bis Ende 2008 auf 4.210.000 €.

Seit 1989 wird durch die Stiftung in zweijährigem Turnus der Heinz-Ansmann-Preis für AIDS-Forschung, dotiert mit 12.500 €, verliehen. Er wird Wissenschaftlern zuerkannt, die sich in besonderer Weise in der AIDS-Forschung verdient gemacht haben.

Neben die Förderung der wissenschaftlichen Forschung trat immer mehr die Unterstützung der Krankenversorgung in einer eigens eingerichteten Infektionsstation (Heinz-Ansmann-Station) und in einer AIDS-Ambulanz. In Düsseldorf entstand dadurch eines der größten deutschen HIV-Zentren. Im Laufe der Zeit konnten dort immer weitere Fortschritte in der Behandlung von AIDS-Infektionen erzielt werden. Sowohl die durchschnittliche Überlebensdauer als auch die Lebensqualität der Erkrankten verbesserte sich signifikant.

Herr Heinz Ansmann verstarb am 30. März 1999. Seitdem wird die Stifterfamilie durch seinen Neffen, Herrn Dr. Achim Ansmann, im Kuratorium vertreten.

Im Jahr 2005 beschloss das Kuratorium, für einen Zeitraum von fünf Jahren jeweils 100.000 € für die Einrichtung einer Professur für AIDS-Forschung zurückzustellen. Dank dieser Anschubfinanzierung konnte der neue Lehrstuhlinhaber seine Arbeit im Jahr 2008 aufnehmen.



## **Gründerstiftung zur Förderung von Forschung und wissenschaftlichem Nachwuchs an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Die Gründerstiftung ist die bedeutendste Stiftung, die von der Freundesgesellschaft verwaltet wird (Vermögen per 31. Dezember 2008: 6.906.530 €).

Errichtet wurde sie am 29. Januar 1998 durch den Hauptstifter Univ.-Prof. Dr. Detlev Riesner und die Mitstifter Dr. Metin Colpan, Dr. Karsten Henco, Dr. Jürgen Schumacher und Prof. Dr. Carsten Claussen. Es handelt sich um die Gründer der Qiagen N.V., Venlo (Niederlande), mit dem Hauptbetrieb in Hilden. Qiagen, inzwischen ein führendes und stetig wachsendes Unternehmen auf dem Gebiet der Biotechnologie, entstand mit dem wissenschaftlichen Know-how des Instituts für Physikalische Biologie der Heinrich-Heine-Universität unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Detlev Riesner. Prof. Riesner und einige seiner engsten Mitarbeiter wollten mit ihrer Stiftung der Heinrich-Heine-Universität etwas von dem zurückgeben, was diese ihnen an Forschungsmöglichkeiten geboten hatte. Der Stifter Prof. Claussen beteiligte sich als Vorsitzender des Aufsichtsrats der Qiagen N.V.

Als Schwerpunkte der Fördertätigkeit wurden festgelegt:

- Stipendien an qualitativ herausragende Doktoranden, die bis zu zweieinhalb Jahre nach BAT IIa/2 gefördert werden. Daneben gibt es jährlich 1.000 € für wissenschaftliche Literatur beziehungsweise Forschungsreisen;
- Unterstützung des Instituts für Physikalische Biologie, insbesondere durch Finanzierung von dringend benötigten Geräten.

Im Laufe der folgenden Jahre machte Herr Prof. Riesner mehrere namhafte Zustiftungen zum Stiftungskapital.

Als Starthilfe beteiligte sich die Stiftung an einigen innovativen Unternehmen, die aus der Universität heraus gegründet wurden (Kourion Therapeutics GmbH und Neuraxo Biotech GmbH).

Am 23. Februar 2008 beging die Gründerstiftung ihr zehnjähriges Bestehen im Rahmen eines wissenschaftlichen Symposiums. Die Vorträge wurden von Stipendiaten der Stiftung gehalten, die inzwischen promoviert beziehungsweise schon habilitiert sind. Der Hauptstifter, Herr Prof. Riesner, konnte bei dieser Gelegenheit bekannt geben, dass bis dahin etwa vier Millionen Euro für Förderzwecke bewilligt wurden, davon circa drei Millionen Euro für Promotionsstipendien und circa eine Million Euro für die Anschaffung von Geräten.

## **Dr. Günther- und Imme-Wille-Stiftung**

Anlässlich seines 75. Geburtstages errichtete der Düsseldorfer Arzt und Unternehmer Dr. Günther Wille am 1. Dezember 1997 die Dr. Günther-Wille-Stiftung (inzwischen umbenannt in Dr. Günther- und Imme-Wille-Stiftung), deren Anfangskapital 25.000 DM betrug. Als Zweck der Stiftung wurde die Förderung der Wissenschaft, und zwar insbesondere des wissenschaftlichen Nachwuchses an der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität, festgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt sollten dabei die Endokrinologie und die Onkologie sein. Durch verschiedene, von Herrn Dr. Wille getätigte beziehungsweise ver-

anlasste Zustiftungen verfügte die Stiftung Ende 2008 über ein Vermögen von 2.345.000 €. Die dadurch erheblich erweiterten Fördermöglichkeiten veranlassten das Kuratorium unter dem Vorsitz von Dr. Wille, den Stiftungszweck auf die Unterstützung aller Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität auszuweiten. Die neu gefasste Satzung bestimmt als einen Schwerpunkt die Förderung „herausragender, leistungs- und verantwortungswilliger Nachwuchswissenschaftler“ sowie solcher „Wissenschaftler, die sich durch Leistung, Persönlichkeit und Gemeinsinn einen Namen gemacht haben.“

Von Anfang an war die jährliche Vergabe eines Forschungspreises in Höhe von zunächst 10.000 DM (derzeit 10.000 €) vorgesehen, der allerdings nach wie vor nur Nachwuchswissenschaftlern aus dem Bereich der Medizin und der verwandten Lebenswissenschaften vorbehalten ist.

Die Dr.-Günther- und Imme-Wille-Stiftung gehört zu den von der Freundesgesellschaft verwalteten Stiftungen, bei denen sich der Stifter selbst sehr stark persönlich engagiert, wobei Herr Dr. Wille besonderen Wert auf engen Kontakt zu den geförderten Nachwuchswissenschaftlern legt.

Am 31. Oktober 2008 verlieh ihm die Medizinische Fakultät unserer Universität in einem feierlichen Akt den Ehrendoktor der Medizin.

## **Die übrigen Stiftungen in der Freundesgesellschaft**

Hedwig und Waldemar Hort-Stipendienstiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 347.150 €)

Gisela-Eisenreich-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 60.526 €)

Paul-Mikat-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 85.743 €)

Heigl-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 1.594.212 €)

Stiftung Wirtschaftswissenschaft Düsseldorf  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 694.702 €)

Schloss-Mickeln-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 780.880 €)

Stiftung Ostasien-Institut  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 436.411 €)

Forschungs-Stiftung Dienstleistungs-Management  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 57.086 €)

Rolf-Schwarz-Schütte-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 527.944 €)

Unternehmensrechts-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 451.019 €)

METRO-Stiftung für wissenschaftliche Zusammenarbeit  
der Universitätsstädte Düsseldorf, Moskau und St. Petersburg  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 194.652 €)

Christiane und Claudia-Hempel-Stiftung für Klinische Stammzellforschung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 1.126.230 €)

Paul- und Marianne-Pap-Stiftung  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 1.337.852 €)

Stiftung Leesemann  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 127.707 €)

Cécile und Oskar Vogt-Institut für Hirnforschung GmbH  
(Vermögen per 31. Dezember 2008: 1.553.809,96 €)



**Forschergruppen an der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



# KLAUS PFEFFER

## Die Forschergruppe 729 „Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“

### Einleitung

Die Forschergruppe 729 „Anti-infektiöse Effektorprogramme: Signale und Mediatoren“ (Kordinator: Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer) ist im Jahr 2007 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingerichtet und im Oktober 2009 erneut positiv evaluiert worden. Während der zweiten Förderperiode von 2010 bis 2013 wird die Forschergruppe mit insgesamt 2,4 Millionen € von der DFG gefördert. Die Forschergruppe 729 setzt sich aus acht Projekten zusammen, die in kooperativer und interdisziplinärer Weise zentrale Fragen im Bereich der Infektionsforschung untersuchen, nämlich wie Pathogene, die durch ihre Virulenz Zellen penetriert haben, inaktiviert werden und wie spezialisierte Pathogene mit dem Immunsystem infizierter Wirte interferieren. Das direkte Ziel ist es, Schlüsselmoleküle der immunologischen Abwehr infizierter Wirte zu identifizieren und wichtige Moleküle, die die Virulenz eines Pathogenes bestimmen, zu charakterisieren. Die dazu notwendige Kompetenz ist in der Forschergruppe 729 vorhanden, unter anderem in den Bereichen Signaltransduktion, Transkriptomanalyse, *Gene Targeting*, Phänotypanalyse, Infektionsmodelle sowie *Proteomics* und Klinische Infektiologie.

Es wird erwartet, dass die acht Projekte Synergien in der Forschergruppe ausbauen werden, die dieses wichtige Forschungsgebiet in den nächsten drei Jahren weiter voranbringen werden. Dass die Thematik der Forschergruppe 729 für unsere Gesellschaft von hoher Relevanz ist und daher uns alle angeht, ergibt sich durch die wohlbekannte Tatsache, dass viele bakterielle, virale und eukaryotische Pathogene Resistenzen gegen antiinfektiöse Medikamente entwickelt haben. Am bekanntesten sind Antibiotikaresistenzen bei Bakterien und Resistenzen von HIV gegen antivirale Medikamente. Gleichzeitig stagniert die Entwicklung neuer Antiinfektiva wie zum Beispiel Antibiotika und es fehlen Ressourcen für die Entwicklung neuer Vakzine. Zu bedenken ist auch, dass aufgrund erfolgreicher Transplantationen und nach Chemotherapie die Anzahl immunsupprimierter Menschen in der Bevölkerung stark gestiegen ist und weiter steigen wird. Es ist folglich wichtig, die molekularen Mechanismen sowohl der immunologischen Abwehr als auch des Angriffs von Pathogenen besser zu verstehen. Auf beiden Seiten haben sich im Laufe der Evolution immer feinere und effizientere Mechanismen des „Gegeneinanders“ herausgebildet.

### Organisation der Forschergruppe 729

Durch die immer weiter reichende Spezialisierung der Forschung ergibt sich zunehmend die Notwendigkeit, ein großes wissenschaftliches Thema in einer Zusammenarbeit ver-



Abb. 1: Epidemiologischer Hintergrund: Patienten mit Tuberkulose in einem Sanatorium während der Tuberkulose-Epidemie um 1900



Abb. 2: Typische Ansichtskarte vom Liegekurort Davos um 1900



schiedener Arbeitsgruppen mit unterschiedlichen Kompetenzen anzugehen. Ein prägendes Merkmal der Forschergruppe 729 ist ihre Interdisziplinarität. Unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer (Medizinische Fakultät) sind verschiedene Institute beziehungsweise Kliniken der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf sowie das Institut für funktionelle Genomforschung der Mikroorganismen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät und das Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH maßgeblich beteiligt. Ein detaillierter Überblick über die Teilprojekte der zweiten Förderperiode ist in Tabelle 1 gegeben.

Projekt	Projektleiter	Titel	Institution
Projekt 1	Bernhard Homey	CXCL14/BRACK: Organisation der Infektabwehr an der Interphase zwischen Wirt und Umwelt	Hautklinik, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 2	Bernd Nürnberg, Antje Gohla	Mechanismen der Zell- und Isoformspezifität G <sub>i</sub> -Protein-abhängiger Signalwege in Entzündungszellen	Projekt wird unabhängig weitergeführt
Projekt 3	Johannes Hegemann	Die Rolle des <i>Chlamydia pneumoniae</i> Proteins Pmp21 im Infektionsgeschehen	Institut für funktionelle Genomforschung der Mikroorganismen, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 4	Walter Däubener	Antimikrobielle Effekte vermittelt durch die Regulation lokaler Tryptophan-Konzentration: Einfluss verschiedener Tryptophan degradierender Enzyme	Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 5	Irmgard Förster	Metabolische Regulation von Entzündungsreaktionen: HIF-1 $\alpha$ und IDO als anti-infektiöse Effektormechanismen professioneller Phagozyten	Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH
Projekt 6	Klaus Pfeffer	Die Rolle der Interferon g induzierten 65 kDa GBPs als Effektormoleküle bei der Erregerabwehr	Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 7	Johannes Bode/Dieter Häussinger	Interferenz des Hepatitis C Virus mit anti-infektiösen und anti-inflammatorischen Effektorsystemen des Wirtes	Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 8	Anne Hengel/Hartmut Halenius	Kontrolle von CD8 <sup>+</sup> T Zellen durch Interferenz von Cytomegalovirus mit dem „peptide loading complex“ (PLC)	Institut für Virologie, Heinrich-Heine-Universität
Projekt 9	Stephanie Scheu	Veranschaulichung von IL-22 exprimierenden Zellen während ihrer anti-infektiösen Immunantwort	Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene, Heinrich-Heine-Universität
Projekt - Z	Klaus Pfeffer	Zentrale Verwaltung der Forschergruppe	

Tab. 1: Teilprojekte der Forschergruppe 729

## Methodische Strategie

Die Sequenzierung der Genome des Menschen und vieler Pathogene hat die Infektionsforschung unter anderem dadurch beschleunigt, dass jetzt, in der postgenomen Phase, neben Zelllinien eine Reihe von Mausmodellen mit spezifischen oder auch generellen Defiziten des Immunsystems zur Verfügung steht. Durch die Knockout-Methode können spezifische Effektormoleküle des Immunsystems ausgeschaltet werden, und ihre Aktion beziehungsweise Interaktion mit anderen Effektormolekülen kann nach experimenteller Infektion mit verschiedenen Pathogenen studiert werden. Gleichzeitig können Patienten mit selektiver Schwäche des Immunsystems, die auf der Inaktivierung klassischer Immun-Effektormoleküle beruht, identifiziert werden. Sowohl Zellkulturen und Mausmodelle als auch Patienten bilden den „wissenschaftlichen Anker“ der im Folgenden dargestellten Forschungsprojekte.

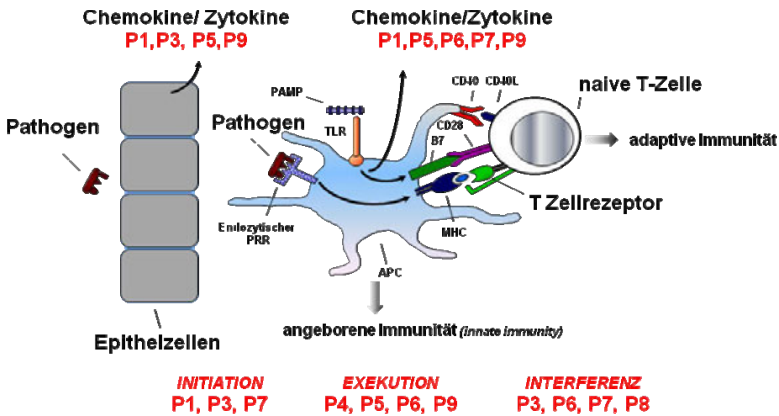


Abb. 3: Schematische Darstellung des Ablaufs einer Infektion zur Veranschaulichung der Tätigkeitsfelder der Projekte innerhalb der Forschergruppe; APC: *antigen presenting cell*; CD 40: *co-stimulatory protein found on antigen presenting cells*; MHC: *major histocompatibility complex*; PAMP: *pathogen-associated molecular pattern*; PRR: *pattern recognition receptor*; TLR: *Toll-like receptors*

## Forschungsziele und Perspektiven

### Projekt 1 – Bernhard Homey: „CXCL14/BRAK: Organisation der Infektabwehr an der Interphase zwischen Wirt und Umwelt“

Die Haut ist ein wesentliches Immunorgan des menschlichen Körpers und repräsentiert die wichtigste Barriere zwischen Körper und Umwelt. Als vorderste Verteidigungslinie der Haut gilt das angeborene Immunsystem (*innate immune system*), das im Gegensatz zum adaptiven Immunsystem sofort auf eindringende Pathogene reagiert. Dieses Projekt analysiert die Funktion des vor kurzem identifizierten Chemokins CXCL 14, das in Oberflächen von Epithelzellen exprimiert wird. In CXCL-14-defizienten Mausmodellen werden insbesondere die Signalkaskaden untersucht, die Pathogene nutzen, um mit der Produktion von CXCL 14 zu interferieren.

### **Projekt 2 – Bernd Nürnberg und Antje Gohla: „Mechanismen der Zell- und Isoformspezifität Gi-Protein-abhängiger Signalwege in Entzündungszellen“**

Das Projekt wird unabhängig weitergeführt, da die Leiter dieses Projektes die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verlassen haben. Während der ersten Förderperiode der Forschergruppe stand die Signaltransduktion von Chemokin- und Komplementrezeptoren durch intrazelluläre Mediatoren (Subtypen Pertussistox insensitiver G-Proteine) im Mittelpunkt des Projektes.

### **Projekt 3 – Johannes Hegemann: „Die Rolle des *Chlamydia pneumoniae* Proteins Pmp21 im Infektionsgeschehen“**

Dieses Projekt hat seinen Fokus auf der Charakterisierung der molekularen Interaktion von *Chlamydia pneumoniae* mit seiner humanen Wirtszelle während der Adhäsion und der subsekquenten Internalisierung infektiöser Bakterien. Hierbei spielen die Adhäsine Pmp 21, aber nach neuen Befunden auch Pmp20 und Pmp 6 eine Rolle. Das Ziel des Projektes ist es, präzise die Bedeutung der drei genannten Adhäsine und ihrer Rezeptoren für die Adhäsion und Internalisierung von *Chlamydia pneumoniae* herauszufinden.

### **Projekt 4 – Walter Däubener: „Antimikrobielle Effekte vermittelt durch die Regulation lokaler Tryptophan-Konzentration: Einfluß verschiedener Tryptophan degradierender Enzyme“**

Das Tryptophan degradierende Enzym Indolamin 2,3-Dioxygenase (IDO) sowie sein neu entdecktes Homolog IDO 2 sind wichtige antimikrobielle Effektormoleküle, deren Wirksamkeit gegen ausgewählte Parasiten, Bakterien und Viren bereits sowohl *in vitro* als auch *in vivo* nachgewiesen werden konnte. Dennoch sind viele Details der Wirkungsweise von IDO und IDO 2 noch nicht geklärt. In den nächsten drei Jahren werden die Funktionsweise und die Spezifität chemischer IDO-Inhibitoren bezüglich des Parasitenwachstums *in vitro* und *in vivo* sowie der Effekt von Tryptophanmangel auf die Abwehr von Mikroben untersucht.

### **Projekt 5 – Irmgard Förster: „Metabolische Regulation von Entzündungsreaktionen: HIF-1 $\alpha$ und IDO als anti-infektiöse Effektormechanismen professioneller Phagozyten“**

Der Transkriptionsfaktor HIF<sup>1</sup>-1 $\alpha$  ist ein Mediator der zellulären Adaptation bei Sauerstoffmangel. HIF-1 $\alpha$  hat auch direkte antimikrobielle Funktionen durch Steuerung von zum Beispiel Defensinen, Proteasen und auch IDO. Mit Hilfe von Mausmodellen soll der regulatorische Einfluss von HIF-1 $\alpha$  und IDO in der Abwehr von Mikroben und der Immunreaktion weiter untersucht werden.

---

<sup>1</sup> hypoxia inducible factor

**Projekt 6 – Klaus Pfeffer: „Die Rolle der Interferon  $\gamma$  induzierten 65 kDa GBPs als Effektormoleküle bei der Erregerabwehr“**

Im Fokus dieses Projektes stehen von IFN $\gamma$  induzierte neue antimikrobielle Effektormoleküle. Sechs neue Mitglieder dieser Molekülfamilie, auch 65 kDa Guanylat bindende Proteine (GBP) genannt, wurden während der ersten Förderperiode identifiziert. Ihre Funktion ist noch weitgehend unbekannt. Das Ziel dieses Projektes ist es, die Rolle diverser GBP in der Abwehr gegen Parasiten, Bakterien und Viren in neu generierten *In-vivo*-Modellen zu untersuchen.

**Projekt 7 – Johannes Bode und Dieter Häussinger: „Interferenz des Hepatitis C Virus mit anti-infektiösen und anti-inflammatorischen Effektorsystemen des Wirtes“**

Das Hepatitis-C-Virus (HCV) hat im Lauf der Evolution einen „Stealth“-Mechanismus entwickelt, der das Virus davor schützt, eliminiert zu werden, und der Grund für eine hohe Rate chronischer Erkrankungen ist. Das Projekt wird sich in den nächsten drei Jahren damit beschäftigen, die molekularen Mechanismen, die diesem „Stealth“-Effekt zugrunde liegen, aufzuklären.

**Projekt 8 – Anne Halenius und Hartmut Hengel: „Kontrolle von CD8+ T Zellen durch Interferenz von Cytomegalovirus mit dem ‚peptide loading complex‘ (PLC)“**

Ein bedeutender Mechanismus in der Immunabwehr gegen viral infizierte Zellen ist die MHC-I<sup>2</sup>-Antigenpräsentation für T-Zellen. Der PLC spielt eine Rolle beim Beladen von MHC-I-Molekülen mit antigenen Peptiden. Das humane Cytomegalievirus (HCMV) persistiert nach der ersten Infektion lebenslang in infizierten Zellen. Dabei spielt eine Rolle, dass das HCMV in der Lage ist, den PLC zu unterdrücken. In den nächsten drei Jahren sollen diese „Stealth“-Mechanismen des HCMV detailliert untersucht werden.

**Projekt 9 – Stephanie Scheu: „Darstellung von IL-22 exprimierenden Zellen während ihrer anti-infektiösen Immunantwort“**

Dieses neue Projekt in der Forschergruppe beschäftigt sich mit der *In-vivo*-Charakterisierung von Interleukin-22 (IL-22) in der Regulation von antimikrobiellen Effektorprogrammen und der immunohistochemischen Darstellung von IL-22. IL-22 spielt eine Rolle bei der Gewebereparatur und bei der Infektionsabwehr durch Induktion von Proteinen der Defensin- und der *regenerating gene*-Familie. Das Ziel des Projektes ist es, zunächst IL-22 exprimierende Zellpopulationen zu identifizieren, um dann Effektormechanismen der antiinfektiösen Immunantwort zu untersuchen.

**Zusammenfassung und Ausblick**

Die Projektleiter der Forschergruppe 729 führen die erfolgreiche Arbeit der ersten Förderperiode weiter und werden in der zweiten Förderperiode von 2010 bis 2013 weiterhin

---

<sup>2</sup> major histocompatibility complex I

Funktionen des Immunsystems auf molekularer Ebene erforschen. Diese Funktionen sind relevant für die Kontrolle und das Eliminieren von Pathogenen. Effektormoleküle des angeborenen Immunsystems repräsentieren das erste Glied einer sehr komplexen Abwehrkette zum Schutz vor Infektionen. Die interdisziplinär verknüpften Projekte 1, 3, 6 und 9 werden dazu beitragen, die Aktivierung und Regulation antiinfektiöser Effektorsysteme besser zu verstehen, die Projekte 1, 4, 5, 6 und 7 beschäftigen sich mit der Identifikation und Charakterisierung antiinfektiöser Effektorsysteme, während die Projekte 6, 7 und 8 erforschen, wie Pathogene mit immunologischen Effektorprogrammen interferieren. Wir erwarten, dass die hier vorgestellte Forschung langfristig als Grundlage für neue antimikrobielle und auch infektionshemmende Medikamente dienen kann.

## Literatur

### Übersichtsartikel

- AKIRA, S. (2006). „TLR signaling“, *Current Topics in Microbiology and Immunology* 311, 1–16.
- BEUTLER, B. (2009). „Microbe sensing, positive feedback loops, and the pathogenesis of inflammatory diseases“, *Immunological Reviews* 227, 248–263.
- BOGDAN, C. (2001). „Nitric oxide and the immune response“, *Nature Immunology* 2, 907–916.
- CHEN, G., M. H. SHAW, Y. G. KIM und G. NUÑEZ (2009). „NOD-like receptors: role in innate immunity and inflammatory disease“, *Annual Review of Pathology* 4, 365–398.
- HALLER, O., G. KOCHS und F. WEBER (2007). „Interferon, Mx, and viral countermeasures“, *Cytokine & Growth Factor Reviews* 18, 425–433.
- HOEBE, K., E. JANSSEN und B. BEUTLER (2004). „The interface between innate and adaptive immunity“, *Nature Immunology* 5, 971–974.
- PICARD, C. und J. L. CASANOVA (2004). „Inherited disorders of cytokines“, *Current Opinion in Pediatrics* 16, 648–658.
- PÉTRILLI, V., C. DOSTERT, D. A. MURUVE und J. TSCHOPP (2007). „The inflammasome: a danger sensing complex triggering innate immunity“, *Current Opinion in Immunology* 19, 615–622.
- ZHANG, S. Y., S. BOISSON-DUPUIS, A. CHAPGIER, K. YANG, J. BUSTAMANTE, A. PUEL, C. PICARD, L. ABEL, E. JOUANGUY und J. L. CASANOVA (2008). „Inborn errors of interferon (IFN)-mediated immunity in humans: insights into the respective roles of IFN-alpha/beta, IFN-gamma, and IFN-lambda in host defense“, *Immunological Reviews* 226, 29–40.

### Ausgewählte Publikationen der ersten Förderperiode

- BODE, J. G., E. D. BRENNDÖRFER und D. HÄUSSINGER (2007). „Subversion of innate host antiviral strategies by the hepatitis C virus“, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 462, 254–265.
- BODE, J. G., E. D. BRENNDÖRFER und D. HÄUSSINGER (2008). „Hepatitis C virus (HCV) employs multiple strategies to subvert the host innate antiviral response“, *The Journal of Biological Chemistry* 389, 1283–1298.
- BRENNDÖRFER, E. D., J. KARTHE, L. FRELIN, P. CEBULA, A. ERHARDT, J. SCHULTE AM ESCH, H. HENGEL, R. BARTENSLAGER, M. SÄLLBERG, D. HÄUSSINGER und J. G. BODE (2009). „Nonstructural 3/4A protease of hepatitis C virus activates epithelial growth factor-induced signal transduction by cleavage of the T-cell protein tyrosine phosphatase“, *Hepatology* 49, 1810–1820.
- BUCH, T., B. POLIC, B. E. CLAUSEN, S. WEISS, Ö. AKILLI, C. H. CHANG, R. FLAVELL, A. SCHULZ, S. JONJIC, A. WAISMAN und I. FÖRSTER (2006). „MHC class II expression through a

- hitherto unknown pathway supports T helper cell dependent immune responses: implications for MHC class II deficiency“, *Blood* 107, 1434–1444.
- BUDACH, W., E. BOLKE und B. HOMEY (2007). „Severe cutaneous reaction during radiation therapy with concurrent cetuximab“, *New England Journal of Medicine* 357, 514.
- CISSE, B., M. L. CATON, M. LEHNER, T. MAEDA, S. SCHEU, R. LOCKSLEY, D. HOLMBERG, C. ZWEIER, N. S. DEN HOLLANDER, S. G. KANT, W. HOLTER, A. RAUCH, Y. ZHUANG und B. REIZIS (2008). „Transcription factor E2-2 is an essential and specific regulator of plasmacytoid dendritic cell development“, *Cell* 135, 37–48.
- DEGRANDI, D., C. KONERMANN, C. BEUTER-GUNIA, A. KRESSE, J. WÜRTHNER, S. KURIG, S. BEER und K. PFEFFER (2007). „Extensive characterization of IFN-induced GTPases mGBP1 to mGBP10 involved in host defense“, *The Journal of Immunology* 179, 7729–7740.
- DEGRANDI, D., R. HOFFMANN, C. BEUTER-GUNIA und K. PFEFFER (2009). „The proinflammatory cytokine-induced IRG1 protein associates with mitochondria“, *Journal of Interferon & Cytokine Research* 29, 55–67.
- EHRHARDT, C., T. WOLFF, S. PLESCHKA, O. PLANZ, W. BEERMANN, J. G. BODE, M. SCHMOLKE und S. LUDWIG (2007). „Influenza A virus NS1 protein activates the PI3K/Akt pathway to mediate antiapoptotic signaling responses“, *The Journal of Virology* 81, 3058–3067.
- GERBER, P. A., E. ENDERLEIN und B. HOMEY (2008). „The Koebner-phenomenon in epidermal growth factor receptor inhibitor-induced cutaneous adverse effects“, *Journal of Clinical Oncology* 26, 2790.
- GERBER, P. A. und B. HOMEY (2008). „Images in clinical medicine. Erlotinib-induced hair alterations“, *New England Journal of Medicine* 358, 1175.
- HESELER, K., K. SPEKKER, S. K. SCHMIDT, C. R. MACKENZIE und W. DÄUBENER (2008). „Antimicrobial and immunoregulatory effects mediated by human lung cells: role of IFN-gamma-induced tryptophan degradation“, *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 52, 273–281.
- KONERMANN, C., A. KRESSE, C. BEUTER-GUNIA, J. WÜRTHNER, D. DEGRANDI, K. PFEFFER und S. BEER (2007). „In silico and in vitro characterization of mGBP4 splice variants“, *DNA and Cell Biology* 26: 847–851.
- KRESSE, A., C. KONERMANN, D. DEGRANDI, C. BEUTER-GUNIA, J. WUERTHNER, K. PFEFFER und S. BEER (2008). „Analyses of murine GBP homology clusters based on in silico, in vitro and in vivo studies“, *BMC Genomics* 10, 158.
- LANDE, R., J. GREGORIO, V. FACCHINETTI, B. CHATTERJEE, Y. H. WANG, B. HOMEY, W. CAO, B. SU, F. O. NESTLE, T. ZAL, I. MELLMAN, J. M. SCHRODER, Y. J. LIU und M. GILLIET (2007). „Plasmacytoid dendritic cells sense self-DNA coupled with antimicrobial peptide“, *Nature* 449, 564.
- LE, V. T., M. TRILLING, A. ZIMMERMANN und H. HENGEL (2008). „Mouse cytomegalovirus inhibits beta interferon (IFN-beta) gene expression and controls activation pathways of the IFN-beta enhanceosome“, *Journal of General Virology* 89, 1131–1141.
- LE, V. T., M. TRILLING, M. WILBORN, H. HENGEL und A. ZIMMERMANN (2008). „Human cytomegalovirus interferes with signal transducer and activator of transcription (STAT) 2 protein stability and tyrosine phosphorylation“, *Journal of General Virology* 89, 2416–2426.
- LOCHNER, M., K. KASTENMÜLLER, M. NEUENHAHN, H. WEIGHARDT, D. H. BUSCH, W. REINDL und I. FÖRSTER (2008). „Decreased susceptibility of mice towards infection with *Listeria monocytogenes* in the absence of Interleukin-18“, *Infection and Immunity* 76, 3881–3890.
- MACKENZIE, C. R., K. HESELER, A. MÜLLER und W. DÄUBENER (2007). „Role of indoleamine 2,3-dioxygenase in antimicrobial defence and immunoregulation: tryptophan depletion versus production of toxic kynurenines“, *Current Drug Metabolism* 8, 237–244.

- MÜLLER, A., K. HESELER, S. K. SCHMIDT, K. SPEKKER, C. R. MACKENZIE und W. DÄUBENER (2009). „The missing link between indoleamine 2,3-dioxygenase mediated antibacterial and immunoregulatory effects“, *Journal of Cellular and Molecular Medicine* 13, 1125–1135.
- PIVARCSI, A., A. MULLER, A. HIPPE, J. RIEKER, A. VAN LIEROP, M. STEINHOFF, S. SEELIGER, R. KUBITZA, U. PIPPERS, S. MELLER, P. A. GERBER, R. LIERSCH, E. BUENEMANN, E. SONKOLY, U. WIESNER, T. K. HOFFMANN, L. SCHNEIDER, R. PIEKORZ, E. ENDERLEIN, J. REIFENBERGER, U. P. ROHR, R. HAAS, P. BOUKAMP, I. HAASE, B. NURNBERG, T. RUZICKA, A. ZLOTNIK und B. HOMEY (2007). „Tumor immune escape by the loss of homeostatic chemokine expression“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104, 19055.
- RANDALL, L. M., F. H. AMANTE, Y. ZHOU, A. C. STANLEY, A. HAQUE, F. RIVERA, K. PFEFFER, S. SCHEU, G. R. HILL, K. TAMADA und C. R. ENGWERDA (2008). „Cutting edge: selective blockade of LIGHT-lymphotoxin beta receptor signaling protects mice from experimental cerebral malaria caused by *Plasmodium berghei* ANKA“, *The Journal of Immunology* 181, 7458–7462.
- REBHOLZ, B., I. HAASE, B. ECKELT, S. PAXIAN, M. J. FLAIG, K. GHORESCHI, S. A. NEDOSPA-SOV, R. MAILHAMMER, S. DEBEY-PASCHER, J. L. SCHULTZE, G. WEINDL, I. FÖRSTER, R. HUSS, A. STRATIS, T. RUZICKA, M. RÖCKEN, K. PFEFFER, R. M. SCHMID und R. A. RUPPEC (2007). „Crosstalk between Keratinocytes and Adaptive Immune Cells in an IkBa Protein-Mediated Inflammatory Disease of the Skin“, *Immunity* 27, 296–307.
- SCHEU, S., D. B. STETSON, R. L. REINHARDT, J. H. LEBER, M. MOHRS und R. M. LOCKSLEY (2006). „Activation of the integrated stress response during T helper cell differentiation“, *Nature Immunology* 7, 644–651.
- SCHEU, S., P. DRESING und R. M. LOCKSLEY (2008). „Visualization of IFNbeta production by plasmacytoid versus conventional dendritic cells under specific stimulation conditions in vivo“, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105, 20416–20421.
- SEDY, J. R., M. GAVRIELI, K. G. POTTER, M. A. HURCHLA, R. C. LINDSLEY, K. HILDNER, S. SCHEU, K. PFEFFER, C. F. WARE, T. L. MURPHY und K. M. MURPHY (2005). „B and T lymphocyte attenuator regulates T cell activation through interaction with herpesvirus entry mediator“, *Nature Immunology* 6, 90–98.
- STERN-GINOSSAR, N., N. ELEFANT, A. ZIMMERMANN, D. G. WOLF, N. SALEH, M. BITON, E. HORWITZ, Z. PROKOCIMER, M. PRICHARD, G. HAHN, D. GOLDMAN-WOHL, C. GREENFIELD, S. YAGEL, H. HENGEL, Y. ALTUVIA, H. MARGALIT und O. MANDELBOIM (2007). „Host immune system gene targeting by a viral miRNA“, *Science* 317, 376–381.
- STUTTE, S., B. JUX, C. ESSER und I. FÖRSTER (2008). „CD24a expression levels discriminate Langerhans cells from dermal dendritic cells in murine skin and lymph nodes“, *The Journal of Investigative Dermatology* 128, 1470–1475.
- SUMMERS-DELUCA, L. E., D. D. MCCARTHY, B. COSOVIC, L. A. WARD, C. C. LO, S. SCHEU, K. PFEFFER und J. L. GOMMERMAN (2007). „Expression of lymphotoxin-alpha on antigen-specific T cells is required for DC function“, *The Journal of Experimental Medicine* 204, 1071–1081.
- TRILLING, M., V. T. LE, A. ZIMMERMANN, H. LUDWIG, K. PFEFFER, G. SUTTER, G. SMITH und H. HENGEL (2009). „Gamma interferon-induced interferon regulatory factor 1-dependent antiviral response inhibits vaccinia virus replication in mouse but not human fibroblasts“, *The Journal of Virology* 83, 3684–3695.
- TUCKERMANN, J. P., A. KLEIMAN, R. MORIGGL, R. SPANBROEK, A. NEUMANN, A. ILLING, B. E. CLAUSEN, B. STRIDE, I. FÖRSTER, A. J. R. HABENICHT, H. M. REICHARDT, F. TRONCHE, W. SCHMID und G. SCHÜTZ (2007). „Macrophages and neutrophils are the targets for immune suppression by glucocorticoids in contact allergy“, *The Journal of Clinical Investigation* 117, 1381–1390.

WALTON, S. M., P. WYRSCH, M. W. MUNKS, A. ZIMMERMANN, H. HENGEL, A. B. HILL und A. OXENIUS (2008). „The dynamics of mouse cytomegalovirus-specific CD4 T cell responses during acute and latent infection“, *The Journal of Immunology* 181, 1128–1134.



**PETER WERNET und GESINE KÖGLER**

**Die DFG-Forschergruppe 717 „Unrestricted Somatic Stem Cells from Human Umbilical Cord Blood (USSC)“/  
„Unrestringierte somatische Stammzellen aus  
menschlichem Nabelschnurblut“**

**Einleitung**

In den letzten Jahren hat die Stammzellforschung beachtliche Fortschritte gemacht, und einige der Signalwege, die für die Stammzellentwicklung wichtig sind, konnten aufgeklärt werden. So wurde es offensichtlich, dass eher ein komplexes Orchester von Signalkaskaden als individuelle Signalwege die Stammzellspezifikation, -expansion und -differenzierung kontrollieren und regulieren. Bestimmte Signalwege können sich gegenseitig aktivieren, hemmen oder modulieren, wodurch unterschiedliche biologische Antworten hervorgerufen werden. Daher ist es essenziell, die wesentlichen Schüsselschalter im Netzwerk solcher Signalwege zu identifizieren, die Pluripotenz kontrollieren sowie das jeweilige Differenzierungspotenzial und Schicksal eines bestimmten Stammzelltyps zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort festlegen. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte eine funktionale und molekulare Definition des biologischen Potenzials der Stammzelle *in vitro* und *in vivo* in Kombination mit modernen Methoden erfolgen, um damit deren funktionelles, genomisches und proteomisches Arsenal beurteilen zu können sowie kritische Kandidatenmoleküle zu identifizieren.

Generell zeigt die Erfahrung, dass es hilfreich ist, mit Zellkulturexperimenten an gut definierten Stammzellkandidaten zu beginnen. Dies hat auch in unserem Beispiel zur Aufklärung der Funktion von Kandidatenfaktoren mit Relevanz für Pluripotenz und/oder Differenzierungspotenzial geführt. Solche Experimente erlauben, den Einfluss multipler Faktoren auf das Schicksal der Zellen in definierten, aber veränderbaren Kontexten zu untersuchen. Im vorliegenden Beispiel hat dieser Ansatz zur Entdeckung einer intrinsischen unrestringierten somatischen Stammzellpopulation (USSC) im menschlichen Nabelschnurblut und deren Differenzierungspotenzial in Zelltypen aller drei Keimblätter geführt. Auf der Basis einer regelmäßigen Versorgung mit frischem Nabelschnurblut durch unsere José Carreras Cord Blood Bank am Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika konnte ein gemeinsamer Forschungsfokus initiiert werden, um grundlegende Fragen bezüglich der USSC zu klären, wie die zelluläre Homogenität sowie funktionale und molekulargenetische Analysen auf klonaler Ebene einschließlich ihres entsprechenden Differenzierungspotenzials in gut definierten perinatalen und postnatalen Tiermodellen.

Mit der USSC waren wir in der Lage, einen frühen somatischen Stammzellkandidaten zu identifizieren, der *in vitro* zu großen Zellzahlen expandiert werden kann, ohne spontane Differenzierung zu zeigen. Mehr noch bewies die USSC im Entwicklungstiermodell des

präimmunen fötalen Schafes und/oder im Maus-Verletzungsmodell ihr einzigartiges Potenzial, je nach der entsprechenden biologischen Nische in Osteoblasten, Chondroblasten, hämatopoetische Zellen, Kardiomyozyten sowie Leber- und Nervenzellen, also Zelltypen aller drei Keimblätter, zu differenzieren. Das mögliche Phänomen von Zellfusionen konnte dabei experimentell ausgeschlossen werden.

Im Gegensatz zu anderen Stammzellquellen haben die USSC lange Telomere und ein hohes proliferatives Potenzial, das eine außergewöhnliche Expansion der Zellen *in vitro* erlaubt, ohne dass sie ihr Differenzierungspotenzial spontan verlieren oder karyotypische Abnormitäten auftreten. In keinem bisher eingesetzten Tiermodell konnte eine Tumorbildung der USSC beobachtet werden. Die wichtige Frage nach der Klonalität, nämlich ob diese verschiedenen Zelltypen aus einem oder mehreren Progenitoren hervorgehen, konnte überzeugend durch lentivirale Markierung der USSC, Klonierung und Integrationsanalyse geklärt werden. Diese Untersuchungen bestätigten, dass die USSC als klonale Zelle existiert und *in vitro* in mesodermale, ektodermale und endodermale Zelltypen differenziert. Abbildung 1 dokumentiert dieses Ergebnis, indem sie die Existenz von multipotenten USSC als eine individuelle Zelle und nicht als eine Mischung unterschiedlicher Ausgangszellpopulationen beweist.

Die USSC wurde in einem Kommentar der Fachzeitschrift *Science* als einer von vier international akzeptierten somatischen Stammzellkandidaten aufgeführt, die das Potenzial besitzen, eine Vorreiterrolle für die Stammzellbiologie und -therapie zu übernehmen.<sup>1</sup>

Wie aus den spezifischen USSC-Publikationen ersichtlich wird, die in unseren entsprechenden Projekten zitiert werden, wurde die systematische Reproduzierbarkeit unserer ersten Publikation<sup>2</sup> in verschiedenen experimentellen Ansätzen bewiesen.

Inzwischen haben mindestens drei andere Gruppen über nichthämatopoetische Stammzellkandidaten aus Nabelschnurblut veröffentlicht. Dadurch wurde unsere erste Entdeckung der USSC von anderen Forschern gut reproduziert und bestätigt. Unsere DFG-Gruppe stellt sich diesem internationalen Wettbewerb.

Ein wichtiges Ziel unserer Forschergruppe ist der Vergleich der USSC zum biologischen Potenzial und den genetischen Regulationsmechanismen humaner embryonaler Stammzellen (huES). Wegen der existierenden legalen Beschränkungen in Deutschland werden die Experimente mit intakten huES von Kollegen im Ausland durchgeführt.

Bis jetzt waren solche vergleichenden Experimente in Düsseldorf nur in einem sehr beschränkten Maße über eine Versorgung mit selektiven RNA-Präparationen einer klassischen huES durch den Kollegen Oliver Brüstle aus Bonn möglich. Aufgrund vielversprechender vorausgegangener Resultate wird diese Zusammenarbeit zwischen Bonn und unserer Forschergruppe weiter ausgebaut. Dabei liefert die gut etablierte und erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Stammzellnetzwerk Nordrhein-Westfalen Ideen und einzigartige Reagenzien sowie neue Methoden, die dem wissenschaftlichen Hauptziel unserer USSC-fokussierten Forschergruppe dienen. Dies wird weiterhin dokumentiert mit dem A3-Projekt, wodurch unsere Forschergruppe durch die enge Zusammenarbeit und den Input mit dem Institut für Zell- und Entwicklungsbiologie am Max-Planck-Institut für

---

<sup>1</sup> Vgl. Holden (2007).

<sup>2</sup> Vgl. Kögler *et al.* (2004).

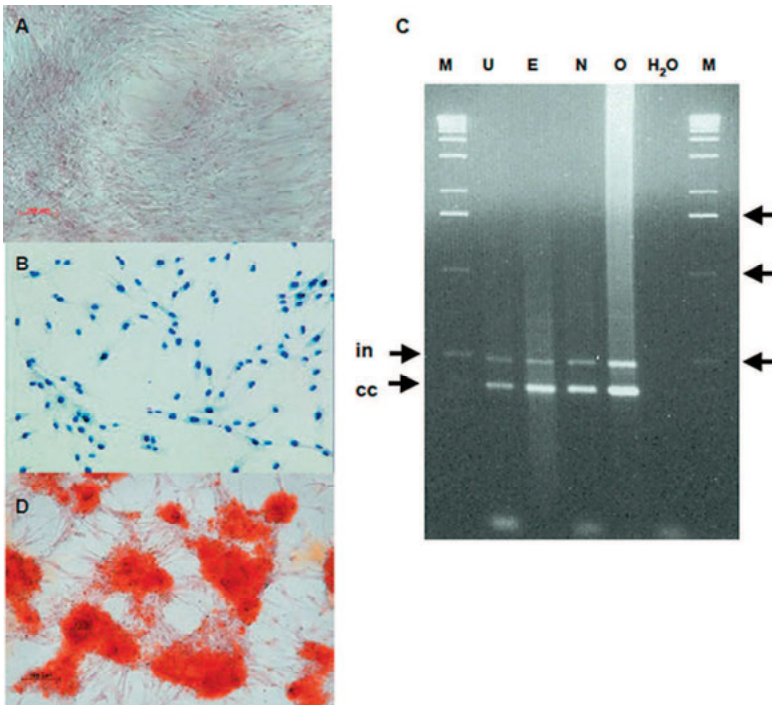


Abb. 1: Nachweis der Klonalität der USSC mittels lentiviraler Markierung; **A**: Morphologie unbehandelter USSC (10x); **B**: homogene LacZ-Überexpression (blau) in lentiviral transduzierten USSC (Klon 4) (10x); **C**: Nachweis der Klonalität von USSC-Klon4 durch LM-PCR. Genomische DNA von undifferenzierten (**U**), von endodermal differenzierten (**E**), von neuronal differenzierten (**N**) und von osteodifferenzierten (**O**) USSC-Klon-4-Zellen wurden mit Hilfe der LM-PCR analysiert und dann die PCR-Produkte auf einem 1,5-Prozent-Agarosegel separiert. **H<sub>2</sub>O**: Wasserkontrollen, **M**: 1kb-Leiter. Das 381-bp-interne Kontrollfragment (**cc**) sowie das 490-bp-genomische Integrationsstellenfragment (**in**) sind angezeigt. **(D)** Differenzierung von Klon 4 in Osteoblasten wird gezeigt durch Anfärbung mit Alizarin-Rot.

Molekulare Biomedizin in Münster befruchtet und zugleich einer kritischen Bewertung unterzogen wird.

Für weitere *In-vivo*-Experimente mit der klonal charakterisierten USSC kooperiert die Forschergruppe mit den folgenden international gut bekannten Laboratorien:

- Arnold Caplan, Cleveland, für osteogene und chondrogene Differenzierung und Regenerierung im Rattenmodell;
- John Dick, Toronto, für osteogene und hämatopoetische Differenzierung sowie das potenzielle Auftreten von Tumorzellen im huNOD/SCID-Mausmodell;
- Esmail D. Zanjani, Reno, für die Fortführung des wichtigen großen Tiermodells des präimmunen fötalen Schafes.

Auf dem Gebiet der genetischen Faktoren, die die molekulare Regulation von Stammzellerhaltung und Differenzierung der USSC bestimmen, arbeiten die Projekte A4 und A5 seit längerem erfolgreich mit den folgenden Laboratorien zusammen:

- Ihor Lemischka, Princeton, für Transkriptionsfaktorenanalyse und *Signaling* sowie Ansätze einer molekularen Systembiologie;
- Thomas Tuschl, New York, für RNA-Biologie und microRNA-Analyse;
- Nicolaus Rajewsky, Berlin, für rechnerische und biomathematische Analyse der microRNA-Daten;
- James Adjaye, R. Herzog und Hans Lerach, Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik in Berlin, für objektorientiertes *Modeling* und Simulation zellulärer Prozesse;
- Thomas Jenuwein, Wien, für Marker für Analysen von Chromatinmodifikationen.

## **Ziele der DFG-Forschergruppe 717**

Der Identifikation und initialen Charakterisierung dieser einzigartigen Stammzellpopulation (USSC) aus Nabelschnurblut folgend, fokussieren sich alle Projekte gemeinsam auf die systematische funktionale und molekulare Analyse dieses neuen Zelltyps.

Die Priorität liegt in der exakten Definition der Stammzeleigenschaften und der funktionalen und molekulargenetischen Regulationsmechanismen, mit der die Selbsterneuerung und das Differenzierungspotenzial für alle drei Keimblätter balanciert werden. Dies ist die Aufgabe der Projekte Z, A1, A2 und A3.

Ebenso wichtig ist die Frage, wie die spezifischen Stammzeleigenschaften genetisch reguliert werden. Für deren Beantwortung stellt ein gut definiertes fötales Stammzellsystem wie die USSC ein einzigartiges Werkzeug dar. Die Aufklärung der jeweiligen molekularen Untersuchungen ist nur so gut wie die biologische Definition der Zelle. USSC stellt eine solche Stammzellpopulation dar, da sie homogen in großen Mengen zur Verfügung gestellt werden kann (Selbsterneuerung), ethisch unproblematisch und in Form von klonalen Populationen verfügbar ist. Die molekularbiologischen Aspekte der USSC werden von den Projekten A3, A4 und A5 gemeinsam mit dem Projekt Z analysiert, das die Zellen und *Read-out*-Systeme zur Verfügung stellt.

## **Projekte**

### **Projekt Z: Erzeugung und funktionelle Charakterisierung von Differenzierungswegen der USSC (Univ.-Prof. Dr. Gesine Kögler)**

#### **Z-Projekt – Mehr als nur zentraler Service**

Im Rahmen der Forschergruppe ist es Aufgabe des Z-Projekts, allen beteiligten Arbeitsgruppen standardisiert generierte und funktionell charakterisierte USSC zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig eine Hierarchie dieser nichthämatopoetischen Stammzellen zu definieren.

Um dies zu gewährleisten, arbeiten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Z-Projekts an der Optimierung der Kulturbedingungen und an der Etablierung von *Read-out*-Systemen zur Beurteilung des Differenzierungspotenzials. Im Rahmen des Z-Projekts werden

mit Hilfe des Aviso CellCelectors klonale Zellpopulationen generiert und analysiert, die den anderen Gruppen der Forschergruppe 717 ebenfalls zur Verfügung stehen. Wissenschaftliches Ziel des Z-Projekts ist vor allem die weitere funktionelle Charakterisierung von Stammzellpopulationen und Subpopulationen im Nabelschnurblut und das Definieren einer Hierarchie dieser Zellen.

Die Z-Projekt-Forschungsgruppe um Univ.-Prof. Dr. Gesine Kögler setzt sich aus Dr. Anja Buchheiser als Postdoc, Simone Maria Kluth und Simon Waclawczyk als naturwissenschaftlichen Doktoranden sowie den medizinisch-technischen Assistentinnen Aurelie Lefort und Daniela Stapelkamp zusammen. Darüber hinaus wird das Z-Projekt von Dr. Stefanie Liedtke, Dr. Thorsten Trapp und derzeit vier weiteren naturwissenschaftlichen Doktorandinnen und Doktoranden der Arbeitsgruppe Kögler unterstützt. Seit Bestehen der Forschergruppe wurden in der Gruppe fünf Diplomarbeiten und eine Masterarbeit im Fach Biologie sowie eine Masterarbeit im Fach Biochemie und eine medizinische Doktorarbeit erfolgreich abgeschlossen.

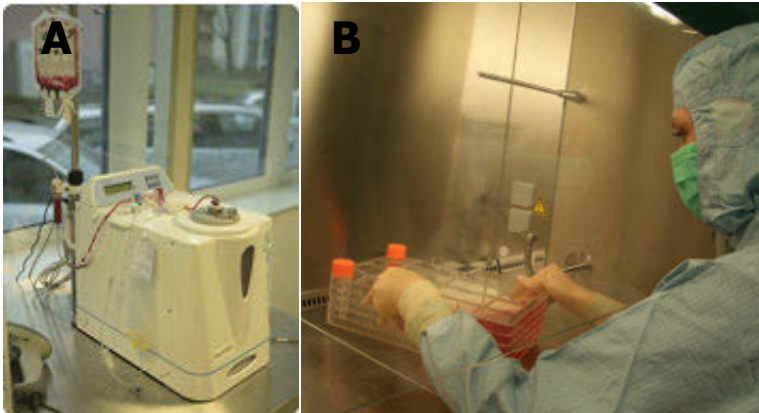


Abb. 2: USSC-Generierung unter GMP-Bedingungen; **A**: Sepax-Gerät zur vollautomatischen MNC-Gewinnung aus Nabelschnurblut; **B**: Kultivierung der USSC im Reinraum. Zur Zellexpansion werden anstelle üblicher Zellkulturflaschen so genannte *Cell Stacks* benutzt.

Nachdem die Arbeitsgruppe um Univ.-Prof. Dr. Gesine Kögler über langjährige Erfahrung in der Generierung von USSC verfügt,<sup>3</sup> wurde inzwischen die USSC-Generierung unter GMP<sup>4</sup>-Bedingungen etabliert.<sup>5</sup> Zellgewinnung, Passage und Kultur finden in weitgehend geschlossenen Systemen statt. Mit Hilfe des Sepax-Gerätes (Abb. 2A) werden aus dem Nabelschnurblut vollautomatisch MNC<sup>6</sup> isoliert, die zur USSC-Generierung eingesetzt werden. Die USSC-Kultivierung im so genannten *Cell-Stack-System* (*Corning*) (Abb. 2B) ermöglicht das Kultivieren großer Zellmengen. Innerhalb von nur vier Passagen können aus einer einzelnen Primärkolonie bis zu  $1 \times 10^9$  Zellen generiert werden. Durch

<sup>3</sup> Vgl. Kögler *et al.* (2004).

<sup>4</sup> *good manufacturing practice*

<sup>5</sup> Vgl. Radke *et al.* (2007).

<sup>6</sup> *mononuclear cells*

hypoxische Kulturbedingungen (fünf Prozent O<sub>2</sub>) konnte das Wachstum nicht weiter verbessert werden. Allerdings sind neben großen Zellmengen auch klonale Zellpopulationen gefragt.

Mit dem Aviso CellCelector wurden inzwischen über 1.000 Klone aus USSC und CB MSC<sup>7</sup> generiert. Inzwischen wird das Gerät auch eingesetzt, um die vom Teilprojekt A3 generierten USSC-IPSC<sup>8</sup> zu passagieren (Abb. 3).

Die aus USSC reprogrammierten Zellen werden im Labor auf mit Mitomycin behandelten USSC kultiviert und im Vergleich zu ihrer Ausgangs-USSC-Linie auf ihre biologischen Eigenschaften wie das Differenzierungspotenzial, die Expression von Stammzellmarkern oder die Telomerlängen<sup>9</sup> hin untersucht. In Kooperation mit den Teilprojekten A1 und A2 wird untersucht, wie sich das Differenzierungspotenzial von IPSC und USSC unterscheidet.

Die große Anzahl an unterschiedlichen Stammzelllinien aus Nabelschnurblut und korrespondierenden klonalen Populationen macht es möglich, eine Hierarchie beziehungsweise Unterschiede zwischen den verschiedenen Stammzellpopulationen zu zeigen.<sup>10</sup> Die Auswertung von Microarray-Analysen und quantitativen PCR ergab, dass unter anderem die Expression von spezifischen HOX-Genen genutzt werden kann, um USSC von CB MSC zu unterscheiden. Die USSC ähneln aufgrund der eingeschränkten Expression von HOX-Genen eher den embryonalen Stammzellen, wo hingegen CB MSC ein vergleichbares HOX-Expressionsmuster wie adulte mesenchymale Stromazellen aus dem Knochenmark aufweisen. Obwohl in manchen wissenschaftlichen Arbeiten so genannte *embryonic-like stem cells* im Nabelschnurblut beschrieben wurden,<sup>11</sup> wurden darauf keine Hinweise gefunden. Weder in etablierten USSC und CB-MSC-Linien noch in primären Kolonien, klonalen Populationen, MNC-, CD34+- oder unter hypoxischen Bedingungen kultivierten Zellen werden die embryonalen Stammzellmarker OCT4, NANOG, SOX2 oder hTERT exprimiert.<sup>12</sup>

Dennoch sind Stammzellen aus dem Nabelschnurblut multipotent. Adipogenes, chondrogenes, osteogenes, aber auch neurales und hepatogenes Differenzierungspotenzial werden vom Z-Projekt analysiert<sup>13</sup> und mit dem Differenzierungsspektrum der IPSC verglichen. Das Z-Projekt arbeitet an der Optimierung der Differenzierungsprotokolle; der Einfluss hypoxischer Kulturbedingungen ist dabei ein wesentlicher Aspekt. Veränderungen im Genexpressionsmuster während und nach der Differenzierung geben Aufschluss über beteiligte *Pathways* und den Grad der Differenzierung. Darüber hinaus sind wir aber auch an funktionellen *Read-outs* interessiert. So konnte zum Beispiel in Kooperation mit dem Institut für Herz- und Kreislaufphysiologie (Projekt A1) mit Hilfe von <sup>13</sup>C-NMR-Spektroskopie gezeigt werden, dass endodermal differenzierte USSC tatsächlich Glykogen synthetisieren und Glukoneogenese betreiben. In Kooperation mit den Instituten für Neurologie und für Neuro- und Sinnesphysiologie (Projekt A2) arbeiten wir an der neuro-

---

<sup>7</sup> *cord blood mononuclear cells*

<sup>8</sup> *induced pluripotent stem cells*

<sup>9</sup> Vgl. Houben *et al.* (2008).

<sup>10</sup> Vgl. Buchheiser *et al.* (2009).

<sup>11</sup> Vgl. McGuckin *et al.* (2005).

<sup>12</sup> Vgl. Liedtke *et al.* (2008), Liedtke *et al.* (2007) sowie Buchheiser *et al.* (2008).

<sup>13</sup> Vgl. Kögler *et al.* (2004), Sensken *et al.* (2007) sowie Greschat *et al.* (2008).

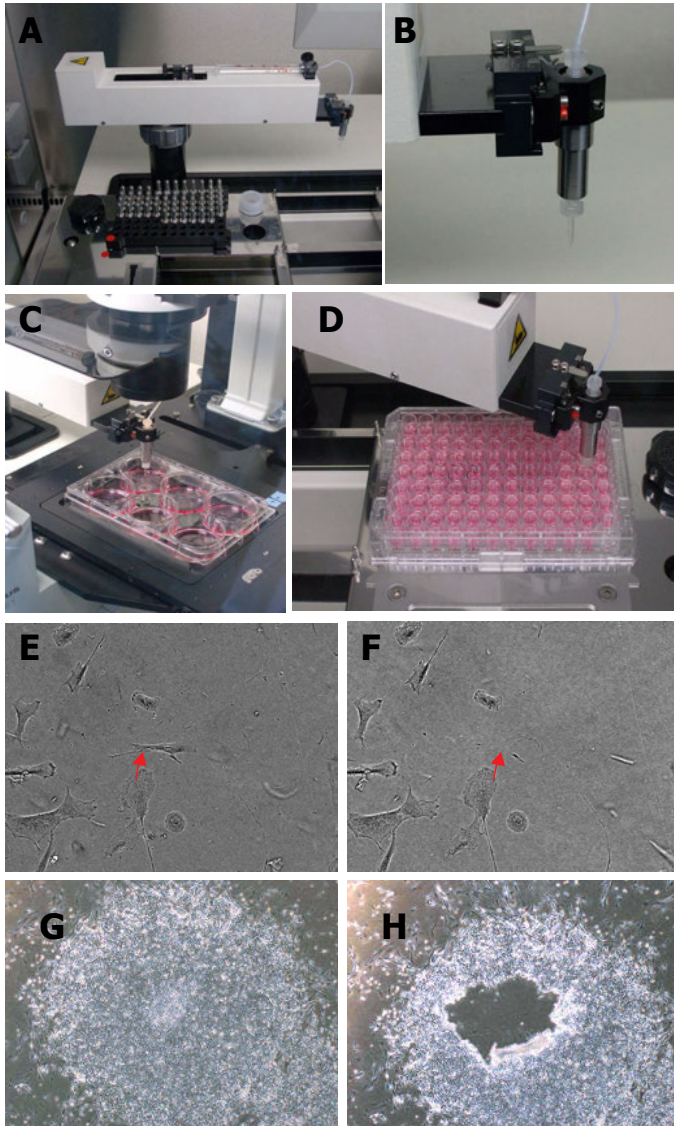


Abb. 3: Generierung von Klonen mit dem Aviso CellSelector. Es handelt sich um ein Robotersystem mit einem inversen Mikroskop, das über eine Kamera mit einem Monitor zur direkten Bildübertragung gekoppelt ist. An einem steuerbaren Roboterarm (A) ist eine Glaskapillare befestigt (B), mit der einzelne Zellen aus einer Population isoliert (C) und einzeln abgelegt werden können (D). Die Auswahl der Zellen kann sowohl manuell als auch automatisch anhand vordefinierter Parameter wie Größe, Form oder Fluoreszenzsignal erfolgen. Der erfolgreiche Pickvorgang wird fotografisch dokumentiert. USSC vor (E) und nach dem Picken (F); iPSC-Kolonie aus USSC vor (G) und nach dem Picken (H).

len Differenzierung der USSC und USSC-IPSC. Die Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Molekulare Biomedizin in Münster (Projekt A3) führte nicht nur zur erfolgreichen Reprogrammierung von USSC, sondern brachte uns auch das technische Know-how im Umgang mit humanen pluripotenten Stammzellen. Innerhalb der Forschergruppe werden die USSC-IPSC in Zukunft sicherlich einen hohen Stellenwert einnehmen und analog zur USSC intensiv untersucht werden.

**Projekt A1: *In-vivo*-Differenzierungspotenzial der USSC – Perinatale und postnatale Analyse des Differenzierungspotenzials von USSC (Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader)**

Dieses Projekt fokussiert sich auf ein Rattenmodell kardialer Regeneration, um das regenerative Potenzial der USSC in diesem wichtigen Verletzungsmodell zu analysieren. Das A1-Projekt erhält Zellen vom Z-Projekt und stellt Ergebnisse über USSC sowie Subpopulationen bezüglich ihres Differenzierungspotenzials dem Z-Projekt zur Verfügung. Der Projektleiter ist fachlich in der kardialen Regeneration sehr ausgewiesen. Ein spezielles enges Feedback über die bestimmten Differenzierungsstadien der USSC, die hier im *In-vivo*-Herzinfarktmodell an der Ratte eingesetzt werden, erfolgt zu den anderen funktionsorientierten Projekten A2 und A3.

Obwohl die Stammzellbiologie der USSC vielleicht ein wichtiges Potenzial für eine neue Ära zellbasierter Therapien darstellt, befindet sich die translationelle Entwicklung der Stammzellforschung für Herz- und Kreislaufkrankheiten auf einer vergleichsweise primitiven Stufe. Um das experimentelle Potenzial der USSC in dieser Hinsicht voll ausschöpfen zu können, wurde gemeinsam mit Professor Wernet eine enge Zusammenarbeit mit Professor Kenneth Chien vom Cardiovascular Research Center des Massachusetts General Hospital und Professor Lee Rubin vom Harvard-Stammzellinstitut in Boston etabliert. Da das Herz ein Mosaik aus Zellen von unterschiedlichen Progenitorpopulationen ist, sollen in Analogie zur gut untersuchten hämatopoetischen Zelldifferenzierungskaskade die Differenzierungspotenziale der USSC und im Vergleich dazu der USSC-IPSC (in Zusammenarbeit mit Projekt A3) ausgetestet werden.

**Projekt A2: Das neurale Differenzierungspotenzial multipotenter Stammzellen aus menschlichem Nabelschnurblut (Univ.-Prof. Dr. Hans Werner Müller, Molekulare Neurobiologie, Neurologische Klinik; Univ.-Prof. Dr. Kurt Gottmann, Institut für Neuro- und Sinnesphysiologie; Univ.-Prof. Dr. Christine Rose, Institut für Neurobiologie)**

Die Transplantation ethisch unbedenklicher adulter Stammzellen aus humanem Nabelschnurblut (USSC) bietet einen interessanten und vielversprechenden Ansatz zur Unterstützung der Reparatur und Regeneration degenerativer und traumatischer Schädigungsprozesse im Nervensystem. Drei neurowissenschaftliche Arbeitsgruppen aus der Medizinischen und Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät untersuchen gemeinsam in diesem Teilprojekt und in enger Zusammenarbeit mit den Projekten A4 und Z das neurale Differenzierungspotenzial, das Migrationsverhalten und die funktionellen Eigenschaften



der USSC in Zellkulturstudien, in organotypischen Hirnschnitten und nach stereotaktischer Implantation in das Zentralnervensystem der Ratte.

Es konnte inzwischen gezeigt werden, dass USSC *in vitro* unter dem Einfluss geeigneter Wachstums- und Differenzierungsfaktoren einen neuronalen Differenzierungsweg einschlagen und neuronenspezifische Proteinmarker, wie zum Beispiel die Zytoskelettproteine Neurofilament und  $\beta$ III-Tubulin, Enzyme der Neurotransmitterbiosynthese (Tyrosinhydroxylase) und das Synapsenprotein Synaptophysin exprimieren. Außerdem werden die Neurotransmitter Dopamin und Serotonin von diesen Zellen synthetisiert und freigesetzt.<sup>14</sup>

Mit Hilfe von genetisch modifizierten Stammzellen, die stabil das grün fluoreszierende Protein EGFP exprimieren, wird in organotypischen Schnittkulturen aus dem Rattenhippocampus das Differenzierungs-, Migrations- und Integrationsverhalten der EGFP-USSC studiert (Abb. 4).

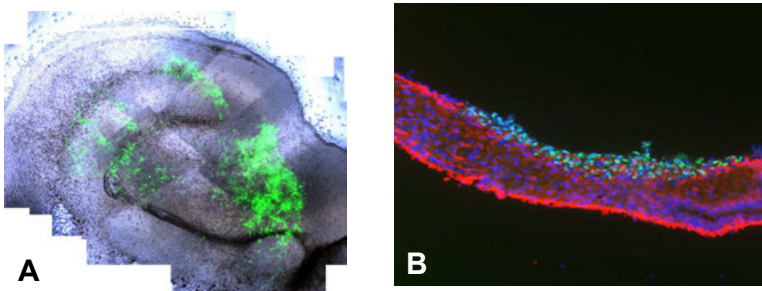


Abb. 4: Transplantierte EGFP-USSC in einer Hirnschnittkultur; **A**: Aufsicht auf eine Hippocampus-Schnittkultur mit EGFP-USSC (grüne Fluoreszenz); **B**: Querschnitt eines hippocampalen Hirnschnitts mit transplantierten USSC (grün), die in den Hirnschnitt einwandern. Kernfärbung blau (DAPI); Neurofilament/Axone (rot) (Abb. von Dipl.-Biol. Jessica Schira)

An diesen Hirnschnittpräparaten untersucht die Gottmann-Gruppe mit Hilfe der Patch-clamp-Technik die Entwicklung elektrophysiologischer Eigenschaften der transplantierten EGFP-USSC. Die funktionelle Integration dieser Zellen in neuronale Netzwerkstrukturen des Hirnschnitts wird im Rose-Labor durch moderne molekulare Imaging-Techniken wie die Messung depolarisationsinduzierter transienter Änderungen intrazellulärer Kalziumkonzentrationen mit Hilfe der Zweiphotonenmikroskopie analysiert.

Im Labor der Arbeitsgruppe Müller ist die stereotaktische Zellimplantation in Gehirn und Rückenmark der Ratte gut etabliert. Darüber hinaus stehen verschiedene Tiermodelle traumatischer Läsionen des Zentralnervensystems zur Verfügung (zum Beispiel Tiermodelle der Querschnittlähmung), an denen *In-vivo*-Studien mit implantierten USSC durchgeführt wurden. Wir konnten zeigen, dass USSC nach Implantation in das intakte Rückenmark der Ratte mindestens drei Wochen überleben, jedoch nicht migrieren und in diesem Zeitraum auch keine neuronale oder gliale Differenzierung aufweisen. Besonders interessant sind jedoch Beobachtungen nach Implantation der USSC in das verletzte Rückenmark. Wurden die Stammzellen außerhalb der Läsionsstelle implantiert, so wanderten sie zielgerichtet an den Verletzungsort und blieben dort für einige Wochen nachweisbar

<sup>14</sup> Vgl. Greschat *et al.* (2008).

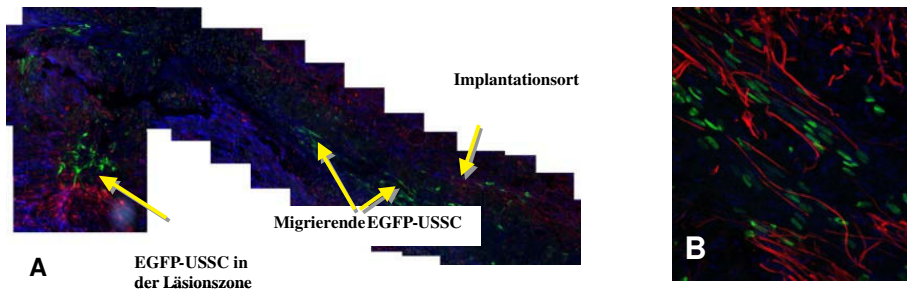


Abb. 5: Implantation der EGFP-USC-Stammzelle in das verletzte Rückenmark der Ratte; **A**: Stammzellmigration vom Implantationsort zur Läsionsstelle; **B**: Regenerierende Axone (rot) und USSC (grün) am Läsionsort. Zahlreiche Neurofilament-immunopositive Axone (rot) sind drei Wochen nach Läsion und USSC-Implantation in den Verletzungsort eingewachsen. In verletzten Kontrolltieren ohne Stammzellimplantation ist hingegen keine Axonregeneration zu beobachten (hier nicht gezeigt). USSC (grün) sind durch einen Antikörper gegen hNUC identifiziert. (Abb. von Dipl.-Biol. Jessica Schira)

(Abb. 5A). Zu unserer Überraschung regten die Stammzellen die Nervenfasern im verletzten Rückenmark zu einem massiven regenerativen Wachstum an. In Abbildung 5B ist das Einwachsen regenerierender Nervenfasern in das Läsionsgebiet dargestellt.

In Zusammenarbeit mit Dr. Thorsten Trapp vom Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika wird derzeit mit Hilfe eines speziellen *In-vitro*-Migrationsassays und hochspezifischen Antikörpern das chemoattraktive Signal aus verletztem Rückenmarksgewebe identifiziert, das richtungsgebend ist für die Wanderung der Stammzellen *in vivo*.

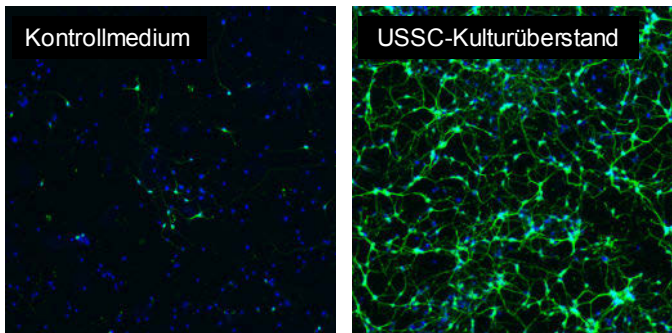


Abb. 6: Einfluss des neurotrophen USSC-Kulturüberstandes auf Hirnneurone. Im Vergleich zu einem serumfreien Kontrollmedium (N2) zeigen Hirnneurone aus dem zerebralen Kortex der Ratte unter dem Einfluss des USSC-Kulturüberstandes verbessertes Überleben und massives Neuronenwachstum. (Abb. von Dipl.-Biol. Jessica Schira)

In weiteren funktionellen Zellkulturstudien mit Neuronen aus dem zentralen und peripheren Nervensystem konnten wir erstmals nachweisen, dass der Kulturüberstand von USSC eine starke neurotrophe Aktivität enthält (Abb. 6), die von den Stammzellen freigesetzt wird und vermutlich im Rückenmark für die Anregung des regenerativen Faser-

wachstums verantwortlich ist. Der oder die neurotrophen Wachstumsfaktoren aus USSC sollen nun näher charakterisiert werden.

Zusammenfassend zeigen unsere Befunde, dass die USSC in Zellen mit neuronalen Eigenschaften (Markerproteine, Neurotransmitter) differenzieren können, dass sie *in vivo* zur Migration fähig sind und neurotrophe Aktivitäten freisetzen, die in Zukunft möglicherweise einen Beitrag zur Verbesserung der Regeneration bei traumatischen Verletzungen des Zentralnervensystems oder degenerativen neurologischen Störungen leisten können.

### **Projekt A3: *In-vitro*-Keimzellendifferenzierung von USSC (Dr. Holm Zaehres, Univ.-Prof. Dr. Hans R. Schöler, Dr. Tobias Cantz)**

Um das Differenzierungsspektrum von nabelschnurblutabgeleiteten USSC auch im Hinblick auf Keimzellen zu untersuchen, sollten USSC unter Bedingungen wie humane embryonale Stammzellen (ES-Zellen) kultiviert und anschließend in Keimbahnzellen differenziert werden.

Mit Bekanntwerden der Möglichkeit zur Induktion einer ES-Zell-assoziierten Pluripotenz in fibroblastoiden Zellen (iPSC) erweiterten wir das Arbeitsprogramm des Projekts A3 um den Aspekt der Reprogrammierung von nabelschnurblutabgeleiteten USSC zu USSC-iPSC. Diese Zellen scheinen in den wesentlichen Aspekten die molekularen Netzwerke der ES-Zell-assoziierten Pluripotenz zu aktivieren, so dass die Plastizität der nativen USSC mit der Pluripotenz von USSC-iPSC analysiert werden kann.

Insgesamt wurden fünf verschiedene USSC-Linien mit retroviralen Vektoren für hOct4, hSox2, hKlf4 und hcMyc<sup>15</sup> transduziert und unter humanen ES-Zellkulturbedingungen kultiviert. Dabei konnten USSC in Zellen mit humaner ES-Morphologie überführt werden (Abb. 7). Immunocytochemische und PCR-Analysen konnten die Reaktivierung der Pluripotenzenmarker Oct4, Sox2 und Nanog in diesen vorher negativen Zellen bestätigen. Weiterhin konnte eine Anschaltung der aktiven Form der Telomerase hTert nachgewiesen werden. Microarray-Analysen der globalen Genexpression mit einer Illumina-Plattform am MPI-MBM zeigten die hohe Ähnlichkeit der reprogrammierten Nabelschnurzellen mit humanen ES-Zellen. Am Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika konnte die Demethylierung am humanen Oct4-Gen als Nachweis der epigenetischen Reprogrammierung geführt werden (Univ.-Prof. Dr. Markus Uhrberg, Dr. Simon Santourlidis). Zukünftige Untersuchungen werden insbesondere das *In-vitro*-Differenzierungspotenzial sowie das epigenetische Profil der reprogrammierten Nabelschnurblutzellen betreffen. Auch sollen weitere Ausgangspopulationen aus dem Nabelschnurblut zur Reprogrammierung Verwendung finden. Längerfristig ist die immunologische Charakterisierung der reprogrammierten Zellen interessant.

### **Projekt A4: Einfluss von microRNAs auf die neuronale Differenzierung von Stammzellen aus Nabelschnurblut (USSC) (Univ.-Prof. Dr. Peter Wernet, Dr. Hans-Ingo Trompeter)**

MicroRNAs sind im Durchschnitt 22 Nukleotide lange, kleine RNA-Moleküle, die über eine Beeinflussung der Translation einen inhibitorischen Einfluss auf die Proteinbiosynthese

<sup>15</sup> Vgl. Takahashi *et al.* (2007) sowie Zaehres und Daley (2006).

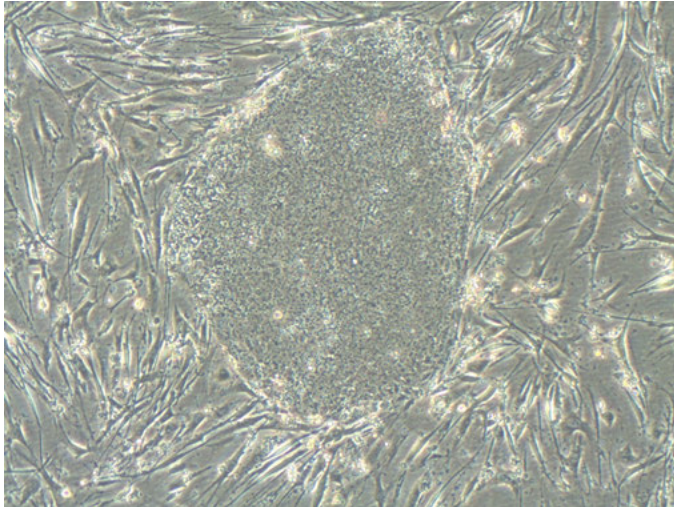


Abb. 7: Induzierte pluripotente Stammzellen aus nabelschnurblutabgeleiteten USSC nach retroviraler Transduktion mit hOct4, hSox2, hKlf4 und hcMYC und weiterer Kultivierung unter humanen ES-Zellkulturbedingungen. Die kompakte Form der USSC-IPSC-Kolonie ist morphologisch von humanen ES-Zellen nicht zu unterscheiden.

ausüben. Dies geschieht sequenzspezifisch über die 3' UTR der jeweiligen messengerRNA (mRNA), und jede microRNA kann die Synthese von bis zu mehreren Hundert Proteinen inhibitorisch beeinflussen. Gleichzeitig kann die Bildung eines jeden Proteins von mehreren microRNAs parallel gehemmt werden. Insbesondere aufgrund ihrer Fähigkeit, Gruppen von Proteinen zu regulieren, stellen microRNAs im Bereich der Stammzellerhaltung und -differenzierung eminent wichtige regulatorische Moleküle dar.

Als ein Beispiel wird die Bedeutung von microRNAs für die Differenzierung von USSC in eine neuronale Richtung dargestellt. Der Expressionsverlauf von 377 microRNAs wurde im Zuge dieser Differenzierung (in Kooperation mit Projekt A2) mit Hilfe einer spezifischen *real-time*-PCR-Analytik (Abb. 8) untersucht.

Dabei zeigte sich, dass in verschiedenen USSC-Linien eine Gruppe von 18 microRNAs konsistent während der Differenzierung in eine neuronale Richtung herunterreguliert wurde. Um die biologische Implikation dieser Beobachtung zu verstehen, wurde mit Hilfe internetbasierter Algorithmen eine Vorhersage potenzieller Zielgene dieser Gruppe von microRNAs durchgeführt. Die Liste dieser Zielgene umfasste knapp 10.000 Proteine, die mit Hilfe von Pathway- und Gene-Ontology-Analysen auf neuronal relevante Proteine hin analysiert wurden. Dabei zeigte sich, dass zum einen für die Neuroentwicklung relevante Proteine wie NEUROD1 oder NBEA (je elf von 18 microRNAs vorhergesagt) zu dem am häufigsten vorhergesagten Zielproteinen gehören, andererseits aber auch Proteine relevanter Pathways wie zum Beispiel AXON GUIDANCE vermehrt als Kandidaten auftauchen (Abb. 9).

Die biologische Konsequenz aus der Herunterregulation von microRNAs besteht in der möglichen Hochregulierung der Expression potenzieller Zielproteine. Um diese bisher nur

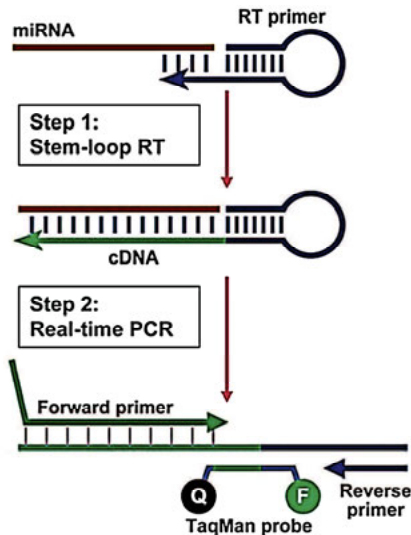


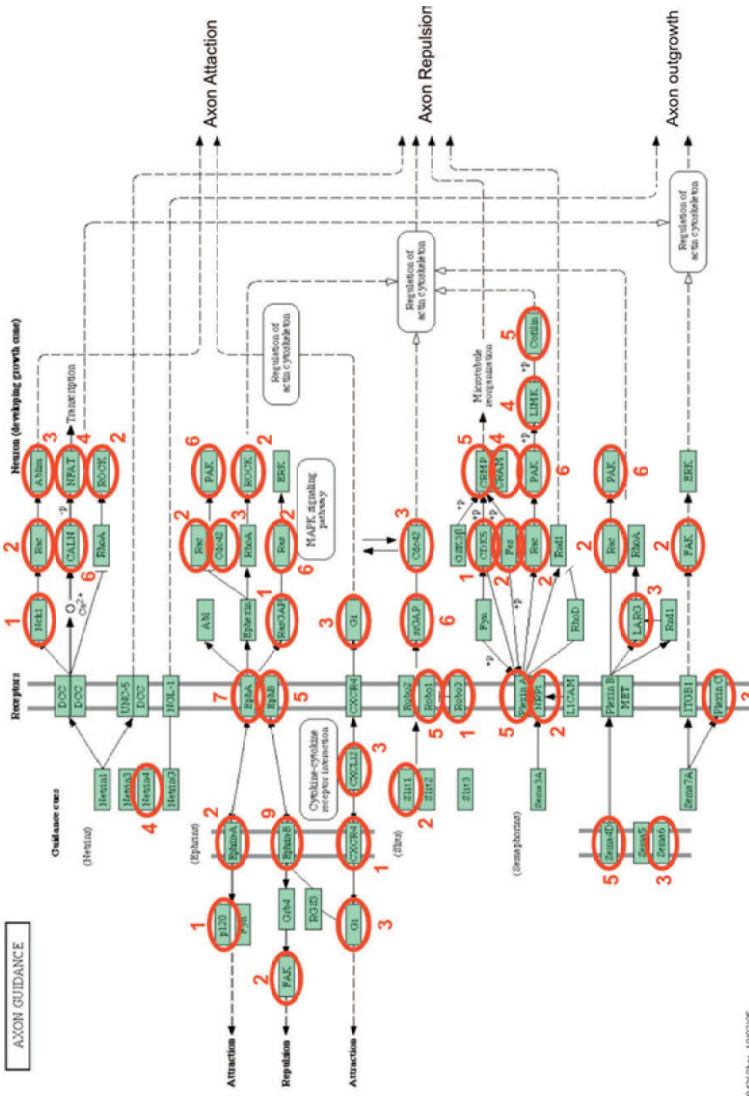
Abb. 8: Ablaufdiagramm der *stem-loop*-RT-PCR zur microRNA-Expressionsanalytik

*in silico* vorhergesagten microRNA-Zielgen-Beziehungen experimentell zu untermauern, werden derzeit die 3'-UTRs ausgewählter Zielgene in Reporteranalysen auf ihre Reaktion auf exogen zugegebene microRNA-*mimics* hin untersucht. Erste Ergebnisse konnten zum Beispiel deutlich machen, dass NEUROD1 durch hsa-miR-138, eine der am stärksten herunterregulierten microRNAs, inhibiert werden kann.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist festzuhalten, dass im Zuge der Differenzierung von USSC in eine neuronale Richtung ein Set von microRNAs identifiziert werden konnte, dessen Herunterregulation potenziell neuroentwicklungsrelevante Zielproteine in ihrer Expression stärken könnte. Um dies auch auf der mRNA-Ebene festzuhalten und zu bestätigen, wurde in Kooperation mit Dr. James Adjaye, Berlin, eine Gesamtexpressionsanalyse aller mRNAs mittels Illumina-Chip durchgeführt. Diese umfasst sowohl mehrere USSC-Linien nativ als auch neuro- und osteodifferenzierte USSC. Der so generierte umfassende Datensatz erlaubt eine einfache Überprüfung der differentiellen Expression komplexer Proteinnetzwerke, auf die die microRNAs als „Wegweiser“ hindeuten vermögen. Experimente zur funktionalen Bedeutung der herunterregulierten microRNAs im Zuge der Neurodifferenzierung sind derzeit in Planung.

Im Zuge der neuronalen Differenzierung unterliegen die Zellen einem konsequenten Zellzyklusarrest. In der Tat ist unter dem Set herunterregulierter microRNAs eine Familie (miR-17, -20, -106) zu finden, die für die Zellzyklusregulation wichtig ist. Es konnten einige zellzyklusrelevante, antiproliferative Proteine (RBL1, RB1 und so weiter) als Zielgene dieser microRNAs identifiziert; darüber hinaus konnte in einem ersten Versuch gezeigt werden, dass diese microRNAs einen proproliferativen Einfluss auf USSC entfalten.

Weiterhin wurde die differentielle Expression von microRNAs während der Osteodifferenzierung von USSC untersucht. Hierbei war vor allem ein Anstieg der Expression sol-



04/06/2016 10:03:05

Abb. 9: Proteine (rot umrandet) des AXON-GUIDANCE-Pathways, die von der Gruppe von 18 herunterregulierten microRNAs potenziell inhibiert werden. Die Zahlen bezeichnen die Anzahl der microRNAs, die ein Protein potenziell beeinflussen.

cher microRNAs zu beobachten, die diverse Inhibitoren der Osteogenese als potenzielle Zielgene haben. Weitere Untersuchungen hierzu stehen noch aus.

### **Das humane hämatopoetische Stammzellkompartement weist ein spezifisches miRNA-Expressionsmuster auf**

MicroRNAs (miRNAs) sind kleine, nichtcodierende RNA-Moleküle, die eine wichtige und globale Rolle in der Inhibition der Translation sowie der Degradation von mRNA spielen. In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass verschiedene hämatopoetische Zellpopulationen unterschiedliche miRNAs exprimieren. So ändert sich die Expressionssignatur im Verlauf einer Leukämie und korreliert mit der entsprechenden Krankheitsphase. Allerdings existieren nur unzureichende Informationen zur Expression von miRNAs in niedrigfrequenten Zellpopulationen wie zum Beispiel primären hämatopoetischen Stammzellen. Mittels eines sehr sensitiven TaqMan-Assays konnten wir eine spezifische Analyse für 330 verschiedene humane miRNAs unter Verwendung von nur 5.000 frischen Zellen durchführen. Diese Analyse beinhaltet die systematische Untersuchung der miRNA-Signaturen in frühen hämatopoetischen Stamm- und Vorläuferzellen sowie allen wichtigen leukozytären Zellpopulationen (T-Zellen, B-Zellen, NK-Zellen, Monozyten, Granulozyten, Thrombozyten). Folgende Zellpopulationen wurden isoliert und mittels Durchflusszytometrie entsprechend ihrer Oberflächenmarker separiert: primitivste hämatopoetische Stammzellen (HSC,  $CD34^+CD38^-Lin^-$ ), weniger primitive hämatopoetische Vorläuferzellen (HPC,  $CD34^+CD38^+Lin^-$ ), determinierte hämatopoetische Vorläuferzellen (dHPC,  $CD34^+CD38^+Lin^+$ ) und differenzierte hämatopoetische Zellen. Im Vergleich zu enddifferenzierten hämatopoetischen Zellpopulationen exprimieren HSC ein hochspezifisches miRNA-Repertoire, in dem für 182 der 330 gemessenen miRNAs Expression nachgewiesen werden konnte. Von diesen 182 miRNAs weisen mehr als 50 eine spezifische Expression im hämatopoetischen Stammzellkompartement (HSC/HPC) auf, die sowohl in mehr determinierten Stammzellen (dHPC) als auch primären Zellen myeloiden (Monozyten, Granulozyten, Thrombozyten) oder lymphoiden Ursprungs (CD4-T-Zellen, CD8-T-Zellen, B-Zellen und NK-Zellen) nicht exprimiert werden. Im Gegensatz zu den großen Unterschieden, die zwischen den miRNA-Repertoires von primitiven und differenzierten Zelltypen bestehen, weisen alle untersuchten differenzierten Blutzellpopulationen untereinander eine sehr ähnliche miRNA-Signatur auf. Trotz dieses sehr homogenen miRNA-Musters können jedoch allen Subpopulationen zelltypspezifische miRNAs zugeordnet werden.

### **Projekt A5: Epigenetische Kontrolle des Differenzierungspotenzials humaner adulter Stammzellen aus Nabelschnurblut (USSC) (Univ.-Prof. Dr. Markus Uhrberg, Dr. Simeon Santourlidis)**

Unsere bisherigen Arbeiten weisen auf eine zentrale Rolle der DNA-Methylierung für die Differenzierung von hämatopoetischen Stammzellen hin.

Die darauf aufbauende Hauptfrage im Rahmen der Forschergruppe 717 ist, wie in multi- und pluripotenten Stammzellen des Nabelschnurbluts klonale Methylierungsmuster generiert werden und die Auswahl getroffen wird, bestimmte differenzierungsspezifische Gene zu methylieren und damit zu reprimieren, während andere stammzellspezifische Gene

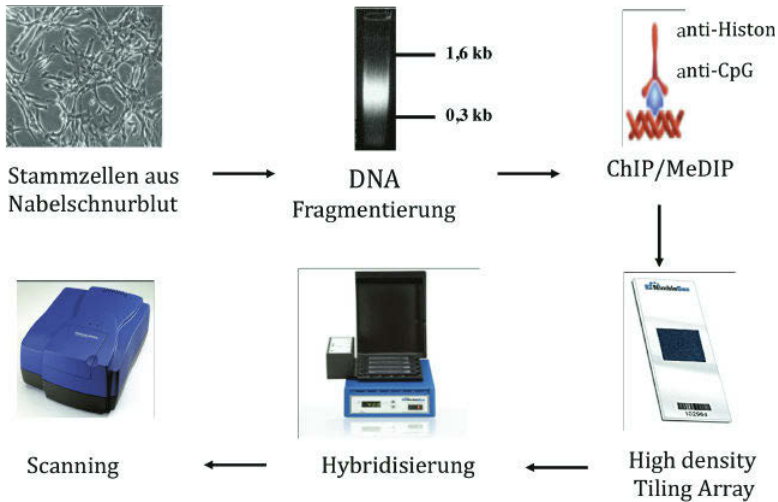


Abb. 10: Die epigenetische Array-Plattform des Instituts für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika. Zur genomweiten Untersuchung somatischer sowie reprogrammierter Stammzellen aus Nabelschnurblut wurde von uns die NimbleGen-Plattform am Institut für Transplantationsdiagnostik und Zelltherapeutika etabliert. Sie basiert auf der Hybridisierung von Chromatin-Immunopräzipitationen (ChIP), die mit Antikörpern generiert wurden, die spezifisch für methylierte DNA sowie verschiedene Histonmodifikationen sind. Das ChIP-Material wird dann nach einem linearen Amplifikationsschritt auf *high-density*-Arrays hybridisiert, auf die 50mer-Proben synthetisiert werden, die alle bekannten Promotorregionen des humanen Genoms abdecken. Die Datenauswertung erfolgt auf Basis einer webbasierten Datenbank, in der alle relevanten Informationen auch der verschiedenen Partner zusammengeführt werden.

unmethyliert bleiben und exprimiert werden. Ein Hauptziel dieser Studie ist daher die Identifizierung der Faktoren, die die Methylierung beziehungsweise Demethylierung der wichtigsten Stammzellgene steuern. Ein weiteres Hauptziel ist es, stammzellspezifische Histonsignaturen dieser Zellen zu charakterisieren und durch Zugabe chemischer Inhibitoren der Histonacetylierung sowie Histonmethylierung zu modulieren. Der Einsatz solcher *small molecules* könnte hierbei zu neuen therapeutischen Optionen führen, bei denen ohne Integration von Fremd-DNA in das Stammzellgenom die Differenzierungspotenz von Stammzellen epigenetisch moduliert werden kann.

Zu diesem Zweck untersuchen wir mit neuen genomweiten Analysemethoden die DNA-Methylierungsmaschinerie sowie die Histonsignaturen in USSC sowie iPSC aus Nabelschnurblut sowie embryonalen Stammzellen (Abb. 11).



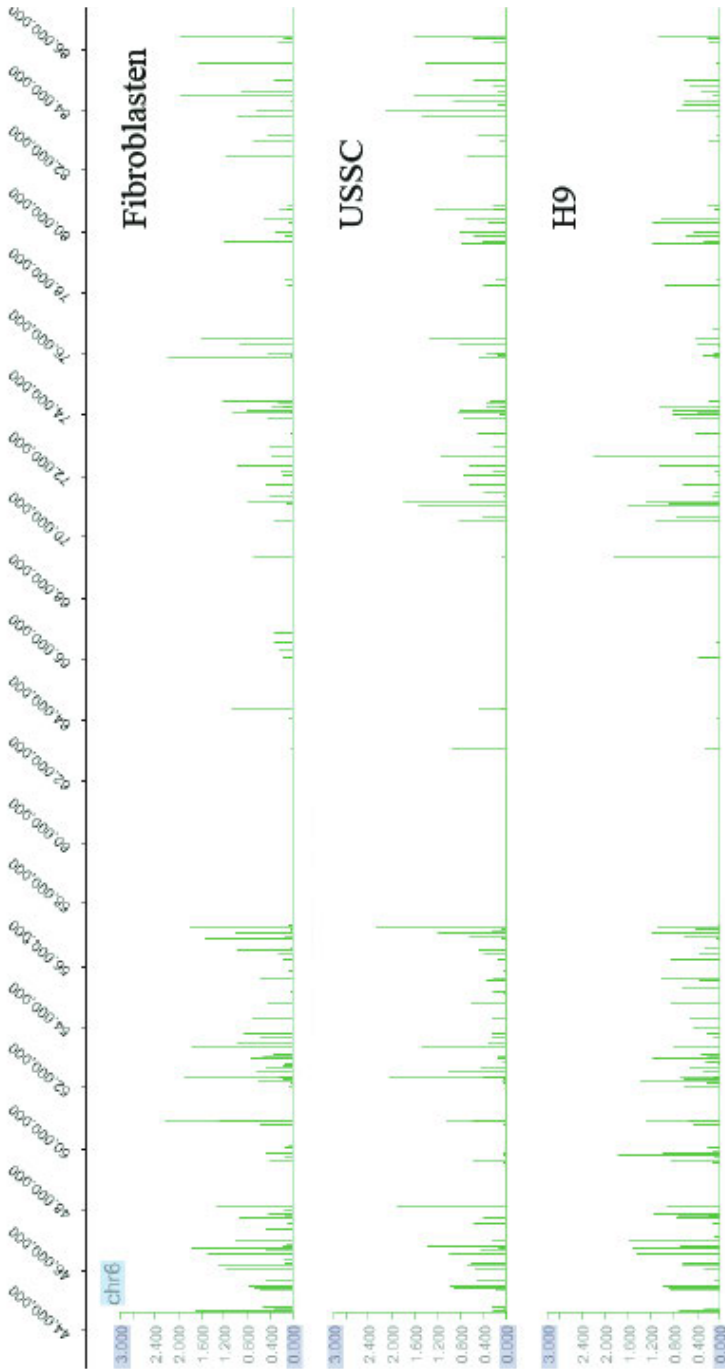


Abb. 11 : Analyse eines NimbleGen-385k-Arrays, der alle CpG-Inseln des humanen Genoms repräsentiert. Die Auswertung mittels NimbleScan-Software zeigt die relative DNA-Methylierung der Gene eines Ausschnitts des Chromosoms 6 in Fibroblasten, USSC und der embryonalen Stammzelllinie H9 an. Die Signalstärke für jede 50mer-Probe der angezeigten genomischen Region wird durch die Höhe der grünen Balken dargestellt.

## Literatur

- BUCHHEISER, A., S. LIEDTKE, A. P. HOUBEN, S. WACLAWCZYK, M. STEPHAN, T. F. RADKE, P. WERNET und G. KÖGLER (2008). „Cord Blood as a Very Valuable Source of Neonatal Cells but Embryonic-Like Nature Reevaluated“, *ASH Annual Meeting Abstracts* 112, 2897.
- BUCHHEISER, A., S. LIEDTKE, L. H. LOOIJENGA und G. KÖGLER (2009). „Cord blood for tissue regeneration“, *Journal of Cellular Biochemistry* 108, 762–768.
- GRESCHAT, S., J. SCHIRA, P. KÜRY, C. ROSENBAUM, M. A. DE SOUZA SILVA, G. KÖGLER, P. WERNET und H. W. MÜLLER (2008). „Unrestricted somatic stem cells from human umbilical cord blood can be differentiated into neurons with a dopaminergic phenotype“, *Stem Cells and Development* 17, 221–232.
- HOLDEN, C. (2007). „Stem Cell Candidates Proliferate“, *Science* 315, 761.
- HOUBEN, A. P., A. BUCHHEISER, M. AKTAS, J. FISCHER, P. WERNET und G. KÖGLER (2008). „Age-Related Differences Between Unrestricted Somatic Stem Cells from Cord Blood and Bone Marrow Derived Mesenchymal Stroma Cells“, *ASH Annual Meeting Abstracts* 112, 1335.
- KÖGLER, G., S. SENSKEN, J. A. AIREY, T. TRAPP, M. MÜSCHEN, N. FELDHAHN, S. LIEDTKE, R. V. SORG, J. FISCHER, C. ROSENBAUM, S. GRESCHAT, A. KNIPPER, J. BENDER, O. DEGISTIRICI, J. GAO, A. I. CAPLAN, E. J. COLLETTI, G. ALMEIDA-PORADA, H. W. MÜLLER, E. ZANJANI und P. WERNET (2004). „A new human somatic stem cell from placental cord blood with intrinsic pluripotent differentiation potential“, *Journal of Experimental Medicine* 200, 123–135.
- LIEDTKE, S., J. ENZMANN, S. WACLAWCZYK, P. WERNET und G. KÖGLER (2007). „Oct4 and its pseudogenes confuse stem cell research“, *Cell Stem Cell* 1, 364–366.
- LIEDTKE, S., M. STEPHAN und G. KÖGLER (2008). „Oct4 expression revisited: Potential pitfalls of data misinterpretation in stem cell research“, *Biological Chemistry* 389, 845–850.
- MCGUCKIN, C. P., N. FORRAZ, M. O. BARADEZ, S. NAVRAN, J. ZHAO, R. URBAN, R. TILTON und L. DENNER (2005). „Production of stem cells with embryonic characteristics from human umbilical cord blood“, *Cell Proliferation* 38, 245–255.
- RADKE, T. F., A. BUCHHEISER, A. LEFORT, M. MALEKI, P. WERNET und G. KÖGLER (2007). „GMP-Conform Generation and Cultivation of Unrestricted Somatic Stem Cells (USSC) from Cord Blood Using the SEPAX(C)-Separation Method a Closed Culture System Applying Cell Stacks“, *ASH Annual Meeting Abstracts* 110, 1211.
- SENSKEN, S., S. WACLAWCZYK, A. S. KNAUPP, T. TRAPP, J. ENZMANN, P. WERNET und G. KÖGLER (2007). „In vitro differentiation of human cord blood-derived unrestricted somatic stem cells towards an endodermal pathway“, *Cytotherapy* 9, 362–378.
- TAKAHASHI, K., K. TANABE, M. OHNUKI, M. NARITA, T. ICHISAKA, K. TOMODA und S. YAMANAKA (2007). „Induction of pluripotent stem cells from adult human fibroblasts by defined factors“, *Cell* 131, 861–872.
- ZAEHRES, H. und G. Q. DALEY (2006). „Transgene expression and RNA interference in embryonic stem cells“, *Methods in Enzymology* 420, 49–63.

# **Beteiligungen an Forschergruppen**



**DIETER BIRNBACHER**

## **Kausalität von Unterlassungen – Dilemmata und offene Fragen<sup>1</sup>**

... diese Unterlassung hat sich als schicksalhaft erwiesen.“

Werner (2004: 113)

### **Das Ausgangsdilemma**

Ein viel zitierter Satz aus Ludwig Wittgensteins *Philosophischen Untersuchungen* (§ 123) lautet: „Ein philosophisches Problem hat die Form: ‚Ich kenne mich nicht aus.‘“ Danach sind philosophische Probleme gedankliche Knoten, die es zu entwirren gilt. Ein philosophisches Problem zu lösen heißt, Klarheit zu gewinnen, wo vorher Unklarheit war – wobei die gewonnene Klarheit gelegentlich auch darin bestehen kann, zu erkennen, dass ein Problem – jetzt oder auf Dauer – unlösbar ist.

Die Kausalität von Unterlassungen – und von negativen Ereignissen allgemein – ist ein solcher Knoten. Was sich in diesem Punkt zu einem schwer zu entwirrenden Knäuel verschlingt, ist ein Gemenge von divergierenden und letztlich unvereinbaren Überzeugungen. Auf der einen Seite gehen wir im Alltagsdenken – und mehr noch im Alltagssprachgebrauch – relativ problemlos davon aus, dass das Nichtausführen bestimmter Handlungen die Rolle eines Kausalfaktors übernimmt. Diese Tendenz ist besonders immer dann ausgeprägt, wenn es sich bei der nicht ausgeführten Handlung um etwas moralisch oder rechtlich Erfordertes oder um etwas Erwartetes handelt, das ausbleibt. So führen Recht und Alltagsmoral einen bestimmten Unfall bei Glatteis unter anderem oder wesentlich auf die Tatsache zurück, dass der zuständige Hauseigentümer *versäumt* hat, auf dem Gehweg vor seinem Haus zu streuen, und damit auf ein Unterlassen. Nicht nur das Strafrecht kennt intentionales, vorsätzliches und fahrlässiges Unterlassen, auch im moralischen Alltag machen wir demjenigen, der in bestimmten Situationen, in denen anderen Gefahr droht, nicht eingreift, obwohl er eingreifen könnte und ihm ein Eingreifen zumutbar ist, einen Vorwurf. Es scheint, dass die Berechtigung dieses Vorwurf wesentlich auch davon abhängt, dass zwischen dem Unterlassen einerseits und dem eintretenden Schaden eine Kausalrelation besteht – dass das Nichteingreifen kausal zu dem Schadenseintritt beiträgt und der Schaden durch das unterlassene Eingreifen zumindest *mitbewirkt* ist.

Auf der anderen Seite wird man an den geläufigen Redeweisen von Unterlassungen, die etwas „bewirken“ oder „hervorrufen“, aber leicht irre – insbesondere dann, wenn man ihnen gedanklich näher „auf den Leib rückt“. Wie kann – so fragt man sich dann – ein

---

<sup>1</sup> Dieter Birnbacher leitet das auf den Zeitraum von drei Jahren angelegte Teilprojekt „Kausalität von Unterlassungen“ im Rahmen der DFG-Forschergruppe „Erklärungen, Kausalität, Gesetze und Dispositionen am Schnittpunkt von Wissenschaften und Metaphysik“ (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Andreas Hüttemann, Westfälische Wilhelms-Universität Münster).

Nichthandeln für irgendetwas ursächlich sein? Wie kann ein Nichtereignis (darauf läuft ein „negatives Ereignis“ ja hinaus) ein Ereignis „bewirken“? Postuliert man nicht, indem man negativen Handlungen und anderen negativen Ereignissen kausale Wirksamkeit unterstellt, eine Art *creatio ex nihilo*? Nur aus etwas, so könnte man meinen, kann etwas entstehen, nicht aus nichts. So hat denn auch der Rechtswissenschaftler Karl Larenz ganz konsequent gemeint, Unterlassungen könnten „für nichts kausal sein“.<sup>2</sup> Der Eindruck, sie könnten es, sei eine Illusion, die sich möglicherweise den sprachlichen Ausdrucksweisen verdanke, derer wir uns zur Beschreibung von Unterlassungen bedienen. Diese enthalten ja gewöhnlich keine Negationspartikel, die auf die negative Beschaffenheit des Gemeinten hinweisen, sondern beschreiben Unterlassungen so, als handelte es sich um Handlungen oder Ereignisse, zum Beispiel Fehlen, Schweigen, Vergessen, Vernachlässigen.<sup>3</sup>

### Die skeptische Lösung und ihre Probleme

Aus dieser Perspektive ergibt sich allerdings ein gravierendes und missliches Problem: Solange Verantwortlichkeit daran geknüpft wird, dass zwischen einem Verhalten und bestimmten Verhaltensfolgen eine irgendwie geartete kausale Verknüpfung besteht, hat diese Sichtweise zur Folge, dass niemand für die Folgen von Unterlassungen verantwortlich sein kann. Wer die Auffassung vertritt, dass Unterlassungen nicht kausal sein können, muss entweder bestreiten, dass Verantwortlichkeit Kausalität voraussetzt, oder er muss behaupten, dass eine rein negative Verantwortung (durch Unterlassen) vernünftigerweise nicht zugesprochen werden kann. Beide Alternativen scheinen gleichermaßen unannehmbar. Zumindest in der Moral und im Strafrecht gehen wir im Allgemeinen davon aus, dass das Zusprechen von Verantwortlichkeit nur insoweit legitim ist, als derjenige, der verantwortlich gemacht wird, an dem Zustandekommen des Schadens – beziehungsweise im analogen Fall des Verdienstes für ein erwünschtes Ereignis – kausal (direkt oder indirekt) zumindest beteiligt war. Wir wehren uns mit gutem Grund dagegen, für Ereignisse verantwortlich gemacht zu werden, an deren Zustandekommen wir keinen Anteil hatten, ebenso wie wir es als verfehlt empfinden, für erfreuliche Dinge gelobt zu werden, zu denen wir in keiner Weise beigetragen haben. Die andere Alternative scheint aber ebenso unappetitlich, insbesondere bei drastischen Fällen des Unterlassens, in denen jemand einen anderen *absichtlich* durch Nichteingreifen zu Schaden kommen lässt. So werden vor Strafgerichten immer wieder Fälle von Mord durch Unterlassen verhandelt, die zum Beispiel dadurch möglich werden, dass das Opfer von bestimmten Hilfsmitteln (wie Insulin) abhängig ist, die es sich nicht selbst beschaffen kann, und ein anderer diese ihm gezielt vorenthält.

Eine Zeit lang bediente man sich in der deutschen Strafrechtswissenschaft zur Auflösung dieses Dilemmas einer Argumentationsstrategie, die kaum mehr ist als ein verbaler Trick: Man sprach von der „hypothetischen Kausalität“ beziehungsweise der „Quasi-Kausalität“ von Unterlassungen. Unterlassungen seien „hypothetische Ursachen“ insofern, als ein der jeweiligen Unterlassung entsprechendes Handeln den Schaden verhindert *hätte*. Auch wenn es ausgeschlossen ist, der nicht ausgeführten Handlung h Kausalität zuzuschreiben, lasse sich das Verhältnis zwischen der Unterlassung und der durch sie scheinbar bewirkten Schadensfolge w (= Wirkung) dennoch mithilfe von Kausalitätsbegriffen analy-

<sup>2</sup> Larenz (1953: 686).

<sup>3</sup> Vgl. Birnbacher (1995: 24 ff.).

sieren, nämlich so, dass die Handlung H, wenn sie ausgeführt worden wäre, Nicht-W zur Folge gehabt hätte. Dieses letztere Bewirken wäre ein „echtes“ Bewirken gewesen, da es sich ja in diesem Fall um eine positive Ursache handelte.

Bei Lichte besehen ist dieser Rettungsversuch allerdings untauglich und die Redeweise von „hypothetischer Kausalität“ irreführend. Die „echte“ Kausalität der entsprechenden Handlung existiert ja lediglich in der Fantasie und nicht in der Wirklichkeit. Real findet diese Handlung gerade nicht statt. „Hypothetisch“ ist in der Zusammensetzung „hypothetische Kausalität“ ein Ausdruck, der sein Bestimmungswort nicht qualifiziert, sondern teilweise aufhebt (er ist in einem spezifischen Sinn „synkategorematisch“). Eine „hypothetische Kausalität“ ist keine Variante von Kausalität, sondern eine Variante von Nichtkausalität. Hypothetische Kausalität steht zu echter Kausalität in demselben Verhältnis wie vermeintliche Wahrheit zur Wahrheit.

Das ist nicht der einzige Versuch geblieben, die Verantwortlichkeit für Unterlassungen zu „retten“, ohne Unterlassungen „echte“ Kausalität zuzuschreiben. Zwei weitere Versuche, das Dilemma zwischen Nichtverantwortlichkeit und Kausalität zu umgehen, setzen anders als der erste Versuch nicht bei hypothetischen Konstruktionen, sondern bei zwei positiven Faktoren an, die in der Situation, in der jemand etwas unterlässt, beteiligt sind: die erste bei den zum gleichen Zeitpunkt ausgeführten Handlungen,<sup>4</sup> die zweite beim innerem Unterlassungsentschluss, also einem inneren Handeln.<sup>5</sup> Beide Versuche sind allerdings ebenfalls mit erheblichen Schwierigkeiten konfrontiert.

Der erste Vorschlag läuft darauf hinaus, das Unterlassen von h mit den Handlungen zu identifizieren, die der jeweilige Akteur ausführt, *während* er h unterlässt. Nehmen wir an, A fährt in Urlaub, ohne jemanden zu beauftragen, seine Pflanzen zu gießen. B könnte As Pflanzen gießen, unterlässt dies jedoch. Die Pflanzen vertrocknen, bevor A aus dem Urlaub zurückkehrt. Hat Bs Verhalten kausal zum Vertrocknen von As Pflanzen beigetragen? Diesem Ansatz gemäß sehr wohl. Allerdings nicht dadurch, dass er As Pflanzen nicht begossen hat (was ihm möglich und zumutbar gewesen wäre), sondern dadurch, dass er seiner gewohnten Arbeit nachgegangen ist, *ohne* As Pflanze zu gießen. Wenn B für sein Unterlassen verantwortlich gemacht wird, dann nicht insofern, als er bestimmte Dinge *nicht* getan hat, sondern insofern, als er bestimmte Dinge getan hat, ohne bestimmte andere Dinge zu tun. Was das Vertrocknen von As Pflanzen *bewirkt*, ist nicht, dass B etwas *nicht* getan hat, sondern dass er etwas *anderes* getan hat.

Dieser Umgehungsversuch scheint auf den ersten Blick vielversprechend, weist aber bei näherem Hinsehen Probleme auf. Ein erstes Problem ist, dass nicht in jedem Fall eines Unterlassens ein alternatives Handeln gegeben sein muss. Zwar ist Unterlassen nicht denkbar ohne ein handlungsfähiges Subjekt. Aber dieses Subjekt braucht nicht zu handeln, während es etwas unterlässt, weder im Sinne eines äußeren noch im Sinne eines inneren Handelns. Wie Gross selbst an einer Stelle einräumt: „Some crimes of omission may be committed when all is quiet on the mental front.“<sup>6</sup> Ein zweites Problem ist, dass dieser Vorschlag die Pointe der Verantwortungszuweisung für Unterlassungen verfehlt: Auch dann, wenn der Unterlassende handelt, während er die fragliche Handlung h unterlässt, geht es bei der Verantwortungszuweisung für die Folgen von Nicht-H nicht um diese anderen

<sup>4</sup> Vgl. Gross (1979).

<sup>5</sup> Vgl. Trapp (1988).

<sup>6</sup> Gross (1979: 62).

Handlungen. Um diese geht es allenfalls, wenn die Ausführung der anderen Handlungen mit der Ausführung von *h* unvereinbar ist. Diese Bedingung ist jedoch nicht durchgehend erfüllt. Dass *B* seiner gewohnten Arbeit nachgeht, braucht mit dem Begießen von *As* Pflanzen nicht unvereinbar zu sein. In allen diesen Fällen sind jedoch *Bs* Handlungen für das Vertrocknen von *As* Pflanzen nicht erklärungsrelevant.

Noch offenkundiger sind die Unzulänglichkeiten des zweiten Umgehungsversuchs, der das kausale Moment der Unterlassung in der Unterlassungsintention lokalisiert. Zwar kann man die ausdrückliche Absicht, *h* nicht auszuführen, als eine innere Handlung auffassen und damit als ein „positives“ Ereignis, das auch für den Kausalitätsskeptiker als ursächlich in Frage kommt. Aber die überwiegende Zahl der Handlungen, die wir nicht ausführen, obwohl wir sie ausführen könnten, ist nichtwillentlich. Zwar erfordert die Redeweise von „Unterlassen“ in der Regel, dass derjenige, der etwas unterlässt, weiß oder zumindest vermutet, dass er durch ein Eingreifen eine bestimmte Folge verhindern könnte. Es erfordert jedoch nicht, dass, wenn er diesen Eingriff unterlässt, dies in einem Sinne *will*, der einen eigenständigen Entschluss oder Willensakt beinhaltet. Auch wenn Unterlassungen analog zu Handlungen willentlich steuerbar sein müssen, heißt das nicht, dass sie in jedem einzelnen Fall durch einen Willensakt gesteuert sind. Wie das Handeln bedarf auch das Unterlassen keiner besonderen Willensakte. Entscheidend für die Handlungsartigkeit von Handlungen und Unterlassungen ist lediglich, dass sie *im Bedarfsfall* willentlich steuerbar sind, zum Beispiel dann, wenn sich während eines Verhaltensablaufs Umstände ergeben, die eine sofortige Verhaltensmodifikation erforderlich machen. Für den genannten Beispielfall: Wenn *B* es unterlässt, *As* Pflanzen zu begießen, heißt das nicht notwendig, dass *B* sich dazu *entscheidet*, *As* Pflanzen nicht zu begießen. Er unterlässt es auch dann, *As* Pflanzen zu begießen, wenn dies unwillentlich geschieht. Noch ein weiterer Grund spricht gegen diese Konstruktion: Selbst dann, wenn *B* sich bewusst dazu entschließt, eine Handlung *h* nicht auszuführen, macht dieser Entschluss allenfalls einen Teilaspekt und nicht schon das Ganze der Unterlassung aus. Damit *B* es unterlässt, *h* zu tun, reicht es nicht, dass er sich dazu *entschließt*, *h* nicht auszuführen. (Es reicht ebenfalls nicht, dass er den *Versuch* unternimmt, *h* nicht auszuführen.) Entscheidend ist, dass *B tatsächlich* *h* nicht ausführt.

Falls aber diese (und einige andere in der Literatur vorgeschlagene, noch artifizellere) Hilfskonstruktionen zu wenig plausibel sind, um die Unterlassungen abgesprochene Kausalität zu ersetzen, ist die skeptische Position mit einigermaßen harschen Konsequenzen konfrontiert. Soweit Folgenverantwortung, wie in der Moral und im Strafrecht durchweg vorausgesetzt, an Kausalität gebunden ist, kann niemand für etwas, was er durch Handeln hätte verhindern können, verantwortlich sein. Folgenverantwortung wäre auf das beschränkt, was jemand – direkt oder indirekt – durch Handeln herbeiführt. Er wäre nur für das verantwortlich, was er durch ein entsprechendes *Unterlassen* hätte verhindern oder vermeiden können.

Die skeptische Position hat möglicherweise noch eine weitere problematische, in der Literatur, soweit ich sehe, bisher übersehene Konsequenz: Falls Unterlassungen für die Position von Ursachen nicht in Frage kommen, sollten sie auch für die Position von Wirkungen nicht in Frage kommen. Wenn Unterlassungen als Ursachen ein Nichts sind, das nichts *bewirken* kann, sollten sie auch als Wirkungen ein Nichts sein, das nicht *bewirkt werden* kann. In diesem Fall wäre aber die skeptische Position noch ein Stück weit we-



niger plausibel. Unterlassungen werden in Alltagsdenken und Alltagssprache mit großer Selbstverständlichkeit nicht nur an die Ursachenposition, sondern auch an die Wirkungsposition gesetzt. So etwa dann, wenn in unserem Beispielfall A vor seinem Urlaub vergisst, B mit dem Begießen seiner Pflanzen für die Zeit seines Urlaubs zu beauftragen und B dies infolgedessen unterlässt, es jedoch getan hätte, wäre er von A damit beauftragt worden. In diesem Fall wird nicht nur die Ursache, sondern auch die Wirkung als ein Nichthandeln bei bestehender Handlungsmöglichkeit, also als ein Unterlassen aufgefasst.

Offenkundig hängt die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, Unterlassungen als Wirkungen – von Unterlassungen oder anderen Ursachen – aufzufassen, davon ab, welche Gründe dafür bestimmend sind, Unterlassungen den Status von Ursachen streitig zu machen. Nur wenn diese Gründe auch auf Unterlassungen als Wirkungen anwendbar sind, besteht in dieser Hinsicht Symmetrie. In der Tat haben keineswegs alle Positionen, die Unterlassungen als „echte“ Ursachen ausschließen, diese Symmetrie zur Konsequenz. Eine ältere Auffassung von Kausalität, die von David Hume im 18. Jahrhundert attackiert worden ist, besagt, dass kausale Wirksamkeit eine spezifische „Kausalkraft“ beinhaltet. Diese darf dabei nicht mit der „Kraft“ verwechselt werden, von der die Physik spricht. Die gemeinte „Kausalkraft“ soll zwar auch bei der Kraftübertragung im physikalischen Bereich wirksam werden, darüber hinaus aber auch in nichtphysikalischen Kausalbeziehungen wie etwa der kausalen Einwirkung des Willens auf Gedankenoperationen. Geht man von einer derartigen – empirisch, wie Hume gesehen hat, nicht aufweisbaren, aber immerhin metaphysisch postulierbaren – Kausalkraft *sui generis* aus, scheint es nicht abwegig, sie Unterlassungen zwar in der Rolle von Ursachen, nicht aber in der Rolle von Wirkungen abzusprechen. Wenn Unterlassungen ein rein negatives Ereignis oder Nichtereignis sind, scheint das ein hinreichender Grund, ihnen eine Kausalkraft abzusprechen. Es fehlt schlicht an einem Ausgangspunkt, von dem die – reale oder vermeintliche – Kausalkraft ausgehen sowie an einem Trägermedium, das sie transportieren könnte. Demgegenüber kämen Unterlassungen aber sehr wohl als Wirkungen der Aktivität einer solchen Kausalkraft in Frage. Anders als eine physikalische Übertragung von Kraft, Impuls oder Energie ist eine „metaphysische“ Kausalkraft – sofern es sie geben sollte – nicht daran gebunden, dass auch auf der Wirkungsseite eine irgendwie geartete Veränderung eintritt. Gäbe es eine Kausalkraft, könnte sie zwar kein negatives Ereignis zum Ausgangspunkt, aber sehr wohl ein negatives Ereignis zum Endpunkt haben. Als ein metaphysischer Vorgang lässt sich seine Operation nicht in derselben Weise wie ein empirischer Vorgang empirisch verifizieren.

Allerdings liegt es der ganz überwiegenden Mehrheit der wissenschaftlichen „Kausalitäts-skeptiker“ fern, die Präsenz einer solchen mysteriösen, allen Kausalbeziehungen zugrunde liegenden, aber empirisch in keiner Weise aufweisbaren „Kausalkraft“ zu postulieren. Die Kausalitäts-skeptiker sind in der Regel Wissenschaftsphilosophen, die entweder in Personalunion Naturwissenschaftler sind oder zumindest einer oder mehreren der Naturwissenschaften nahestehen. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass sie bei dem Thema Kausalität, wie sich der Wahl ihrer Beispiele ablesen lässt, in erster Linie an Beispiele aus dem im weitesten Sinne physikalischen Bereich denken, etwa an die bereits von Hume diskutierten sich stoßenden Billardbälle, bei denen wir den Anstoßenden (beziehungsweise das Anstoßen des einen) als Ursache und das Sich-in-Bewegung-Setzen des Angestoßenen als Wirkung in einem zusammenhängenden Kausalprozess auffassen. Geht man von diesem Beispiel aus, liegt es nahe, Kausalität als eine Übertragung von Kraft, Impuls oder

Energie im physikalischen Sinne zu verstehen, oder, in einer von dem Wissenschaftstheoretiker Dowe verallgemeinerten Form: als Übertragung einer physikalischen Größe. Was kausale Prozesse von zufälligen Koinzidenzen oder von bloßen Korrelationen (dem *post hoc* ohne *propter hoc* wie bei zwei aufeinanderfolgenden Symptomen eines gemeinsamen zugrunde liegenden Prozesses) unterscheidet und ihnen ihren spezifisch kausalen Charakter verleiht, ist dieser Auffassung nach die Übertragung einer physikalischen Größe. Für viele naheliegende Fälle ist diese Bedingung in der Tat erfüllt. Führt etwa die Präsenz eines Krankheitserregers in einem Organismus zu zwei Arten von Symptomen, die regelmäßig aufeinander folgen (etwa Ausschlag und Fieber), dann besteht eine solche Übertragungsbeziehung (über mehrere Zwischenschritte) typischerweise zwischen der Präsenz des Erregers und jedem der beiden Symptome, aber nicht zwischen den Symptomen selbst. Wir deuten das Nichtbestehen einer solchen Übertragungsbeziehung dann regelmäßig als Indiz dafür, dass es sich um eine bloße Korrelation handelt, die auf einen zugrunde liegenden kausalen Zusammenhang hinweist, ihn aber nicht selbst konstituiert. Ähnlich lassen sich Prioritätsfragen wie die, ob Leibniz oder Newton die Differenzialrechnung erfunden hat, unter anderem dadurch klären, dass man im Fall eines Plagiatverdachts den Weg der Energieübertragung (hier: der Informationsübertragung) nachzeichnet, der möglicherweise von der wirklichen Entdeckung des einen zur scheinbaren Entdeckung des anderen geführt hat. Lässt sich ein solcher Weg nicht nachweisen oder glaubhaft machen, gehen wir davon aus, dass es sich um eine Koinzidenz kausal unabhängiger Ereignisse handelt.

Es leuchtet ein, dass sich auf dem Hintergrund einer derartigen „physikalistischen“ Kausalitätstheorie die Redeweise von kausal wirksamen Unterlassungen in keiner Weise rechtfertigen lässt. Rechtfertigen ließe sich diese Redeweise nur dann, wenn das Unterlassen mit den zum Zeitpunkt des Unterlassens ausgeführten Handlungen identifiziert wird, die dann als Ausgangspunkt der Übertragung von Energie oder einer anderen physikalisch definierten Größe dienen könnten. Diesen Weg haben wir aber oben bereits mit Gründen zurückgewiesen. Auf dem Hintergrund der physikalistischen Form des kausalen Skeptizismus folgt jedoch nicht nur die Unmöglichkeit, Unterlassungen als Ursachen anzunehmen, sondern auch die Unmöglichkeit von Unterlassungen als Wirkungen. Anders als bei der Übertragung einer metaphysischen Kausalkraft erfordert die Übertragung einer Kraft oder einer anderen physikalischen Größe, dass sich dadurch, dass die Größe übertragen wird, an dem Ereignis, auf das sie übertragen wird, etwas ändert. Die Übertragung der Größe muss für das Wirkungsereignis einen Unterschied machen, und zwar einen im Prinzip empirisch aufweisbaren Unterschied. Die Tatsache, dass ein Ereignis durch ein anderes, vorhergehendes bewirkt ist, muss daran erkennbar sein, dass es sich in einem physikalisch beschreibbaren Zustand befindet, in dem es sich (außer bei einer Mehrfachverursachung) nicht befinden würde, wäre es nicht durch das betreffende andere Ereignis bewirkt worden. Ein Nichtereignis wie eine Unterlassung kommt jedoch für diese Rolle nicht in Frage. Von einem Nichtereignis kann man nicht sagen, dass es dadurch, dass es die Wirkung einer Ursache ist, eine Veränderung erfährt oder in seiner Beschaffenheit von einem hypothetischen anderen Ereignis abweicht. Ein Nichtereignis kann weder Veränderungen erfahren noch in seiner Beschaffenheit von einem anderen abweichen.

Das heißt nicht, dass man die skeptische Position nicht auch völlig unabhängig von einer physikalistischen Kausalitätstheorie vertreten kann. Wie gezeigt, wurde diese Auffassung bereits lange vor dem Aufkommen physikalistischer Theorien vertreten, etwa in

der Rechtswissenschaft. Ein bekannter zeitgenössischer Vertreter des Skeptizismus, der nicht zugleich eine physikalistische Übertragungstheorie vertritt, ist etwa der australische Philosoph David Armstrong.<sup>7</sup> Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass auch hierbei intuitiv ähnliche Vorstellungen eine Rolle spielen wie die, die von den modernen Physikalisten expliziert werden: die unbestimmte Vorstellung von Kausalität als einem Prozess, bei dem etwas von der Ursache auf die Wirkung übertragen wird. Dieses Etwas, wie immer im Einzelnen vorgestellt, nimmt bei der Ursache seinen Ausgang, um bei dem Ereignis, das wir als Wirkung benennen, „anzukommen“. Erst dadurch, dass es „ankommt“, macht es für dieses einen Unterschied.

### Die verallgemeinerte skeptische Lösung

Für Vertreter der physikalistischen Vorstellung von Kausalität ist das Unterlassen zumeist nur ein Fall unter anderen. Was für Unterlassungen – also Nichthandlungen – gilt, muss in derselben Weise für negative Ereignisse allgemein gelten, das heißt so, dass nicht nur Unterlassungen, sondern alle negativen Ereignisse nicht nur als Ursachen, sondern auch als Wirkungen nicht in Frage kommen. Diese Erweiterung ist zweifellos einerseits konsequent: Unterlassungen machen nur einen winzigen Bruchteil aller formulierbaren oder denkbaren negativen Ereignisse aus. Andererseits entfernt sich diese Position beträchtlich von den Weisen, in denen wir in Wissenschaft und Alltag denken und sprechen, etwa über alle Sachverhalte, bei denen das Nichteintreten eines gewohnheitsmäßig erwarteten Ereignisses (etwa eine Zugverspätung) zum Eintreten eines Ereignisses (Tadel des Vorgesetzten) oder der Eintritt eines Ereignisses (etwa eine Impfung) zum Nichteintreten eines anderen Ereignisses (Grippeinfektion) zu führen scheint. In allen diesen Fällen besteht entweder die Ursache oder die Wirkung oder beide aus einem negativen Ereignis, das heißt einem Nichtereignis. Wie geht der Skeptiker mit solchen Fällen um? Muss er für solche Fälle nicht radikal „quer“ zum *common sense* denken, indem er die entsprechenden Denk- und Redeweisen als eine Art pragmatisch motivierter Simplifizierung auffasst, als eine *folk metaphysics* oder eine *façon de penser*, der unter Gesichtspunkten der Denkökonomie eine gewisse praktische Berechtigung nicht abzusprechen ist, die jedoch – und allein das ist metaphysisch entscheidend – keinerlei *fundamentum in re* hat? Negative Ursachen sind nur scheinbar „echte“ Ursachen, negative Wirkungen nur scheinbar „echte“ Wirkungen.

Die Skeptiker haben diese radikale Abweichung vom *common sense* gelegentlich mit verbalen Wendungen verdeckt, die es so erscheinen lassen, als bestünde ihnen zufolge zwischen negativen Ereignissen doch am Ende eine bestimmte Art von Kausalität. Wie Diplomaten haben sie den Dissens gewissermaßen hinter einem Formelkompromiss versteckt. Ähnlich wie lange Zeit die Strafrechtswissenschaftler bei strafbaren Unterlassungen von „hypothetischer Kausalität“, haben sie es sich einfallen lassen, von negativen Ursachen als „Ursachen im erweiterten Sinn“<sup>8</sup> oder als „Quasi-Ursachen“<sup>9</sup> zu sprechen – während sie allerdings gleichzeitig betonen, dass es sich dabei um keine „echten“ Ursachen handelt, sondern um „Derivate“ von „echten“ Ursachen.

---

<sup>7</sup> Vgl. Armstrong (1983).

<sup>8</sup> Fair (1979).

<sup>9</sup> Dowe (2001).

Zu der Redeweise von „Derivaten“ fühlen sie sich dadurch berechtigt, dass obwohl „Quasi-Ursachen“ für sich selbst nicht als Ursachen gelten können, diese sich doch in einer bestimmten Weise auf „echte“ Ursachen zurückführen lassen. Auch wenn eine Quasi-Ursache keine „echte“ Ursache ist, soll sie sich dennoch jeweils nur über eine „echte“ Ursache identifizieren lassen, wobei diese eine hypothetische Rolle übernimmt. „Quasi-Ursachen“ sind solche, die unter hypothetischen Bedingungen „echte“ Ursachen *wären* – was im Rahmen der physikalistischen Übertragungstheorie heißt, dass sie unter kontrafaktischen Bedingungen Energie oder eine andere physikalische Größe auf ihre Wirkung übertragen *würden*. Genau dadurch sollen sie sich von bloßen Korrelationen unterscheiden. Danach ist eine Unterlassung wie das Nichtbegießen der Pflanzen die Quasi-Ursache für das Nichtüberleben der Pflanzen genau deshalb, weil ein Begießen für das Überleben der Pflanzen kausal gewesen *wäre*. Nur weil zwischen Begießen und Überleben die Beziehung einer „echten“, das heißt durch Energieübertragung bestimmten physikalischen Verknüpfung besteht, soll zwischen dem Nichtbegießen der Pflanzen und ihrem Nichtüberleben die Beziehung einer „Quasi-Kausalität“ bestehen beziehungsweise das Nichtbegießen die „Ursache im erweiterten Sinn“ für das Vertrocknen der Pflanzen sein. Analoges gilt für nichthandlungsartige negative Ursachen wie das Ausbleiben des Monsuns. Das Ausbleiben ist deshalb und nur deshalb die Quasi-Ursache der Dürre, weil sein (erwartetes) Eintreten kraft physikalischer Einwirkung die Saat zur Ausreifung bringen *würde*.

In ähnlicher Weise rekonstruieren die physikalistischen Skeptiker die beiden anderen möglichen Fallkonstellationen – einerseits die Konstellation, dass ein Ereignis beziehungsweise eine Handlung ein Nichtereignis beziehungsweise eine Unterlassung quasi-verursacht, andererseits die Konstellation, dass ein Nichtereignis beziehungsweise eine Unterlassung ein Ereignis beziehungsweise eine Handlung quasi-verursacht. Jedes Mal wird die Relation der Quasi-Kausalität als eine hypothetische „echte“ Kausalitätsrelation rekonstruiert, die die Bedingung einer Energieübertragung erfüllt. Dass eine Handlung ein mögliches Ereignis verhindert (Konstellation 1), kann dann in Anwendung eines Vorschlags von Dowe so rekonstruiert werden, dass die Handlung eine „echte“ Wirkung auf einen Prozess x ausübt, der, falls die Handlung nicht ausgeführt würde, das Ereignis durch eine „echte“ Verursachung bewirken würde. Ein Beispiel: Der Vorgang

„Indem der Vater das Kind festhält, verhindert er, dass das Kind gegen ein fahrendes Auto rennt.“

wird rekonstruiert als

„Indem der Vater das Kind festhält, wirkt er auf einen Prozess x ein („x“ steht dabei für „Das Kind läuft auf die Straße“). Würde er das nicht tun, würde das Kind gegen ein fahrendes Auto rennen.“

Ersichtlich beinhaltet der Vorgang des aktiven Verhinderns einer möglichen Handlung damit ausschließlich „echte“, das heißt eine Energieübertragung beinhaltende Kausalität. Allerdings besteht die Kausalitätsrelation in diesem Fall nicht zwischen dem realen Handeln und dem realen Nichtereignis, sondern zwischen einem hypothetischen Nichthandeln und einem hypothetischen Ereignis.

Entsprechend lässt sich die Quasi-Verursachung in der zweiten Konstellation rekonstruieren. Dass eine Unterlassung ein Ereignis quasi-verursacht, lässt sich so verstehen, dass ein Prozess x stattfindet, der das Ereignis verursacht, und zugleich gilt, dass, wenn die un-

terlassene Handlung ausgeführt würde, diese auf x so einwirken würde, dass das Ereignis verhindert würde. An demselben Beispiel veranschaulicht: Die Aussage

„Der Vater versäumt es, das Kind festzuhalten, und bewirkt dadurch, dass das Kind gegen ein fahrendes Auto rennt.“

wird rekonstruiert als

„Es findet ein Prozess x statt („x“ steht dabei für „Das Kind läuft auf die Straße“), der das Ereignis bewirkt. Würde die unterlassene Handlung ausgeführt, würde diese so auf x einwirken, dass das Ereignis verhindert wird.“

Wiederum kommt, ersetzt man das „Verhindern des Ergebnisses“ durch die entsprechende Analyse für die erste Konstellation, in der Rekonstruktion nur noch „echte“ Kausalität vor. Sowohl das Bewirken des Unfalls durch den Prozess als auch die Einwirkung des Festhaltens auf den Prozess beinhalten die Übertragung einer physikalischen Größe. Allerdings besteht die „echte“ Kausalität auch hier wieder nur hypothetisch. Sie ist ein Gedankending und nichts, was in der Wirklichkeit vorkäme.

## Die Gegenposition: Ursachen als Bedingungen

Die Frage stellt sich: Was ist eine „hypothetische“ beziehungsweise „erweiterte“ Kausalität wert? Ich meine: nicht viel – jedenfalls nicht genug, um einige der wesentlichen Funktionen der Zuschreibung von Kausalität, etwa die Zuschreibung von Verantwortung, zu tragen. „Hypothetische“ oder „Quasi-Kausalität“ sind als Derivate von Kausalität Ersatzkonstruktionen und keine „echte“ Kausalität. Zur Zuschreibung von Verantwortung ist jedoch nach überwiegender juristischer und ethischer Auffassung „echte“ Kausalität erforderlich. Darüber hinaus hat die verallgemeinerte Form des kausalitätstheoretischen Skeptizismus einige kuriose und wenig akzeptable Konsequenzen. Eine davon ist die, dass eine Handlung, durch die ein anderer getötet wird, nicht mehr als kausal für den Tod des anderen aufgefasst werden kann, sondern lediglich als quasi-kausal. Der Tod ist nur scheinbar ein positives Ereignis. Genau besehen ist er ein negatives Ereignis, die Abwesenheit von Lebensprozessen.

Zusätzlich ist die physikalistische Interpretation der Kausalbeziehung selbst schwerwiegenden Einwänden ausgesetzt. Wie kann diese Konzeption Formen kausaler Einwirkung erklären, an denen nichtphysische Ereignisse beteiligt sind, etwa die Kausalität von Willensregungen auf neuronale Prozesse oder die Kausalität von neuronalen Prozesse auf das Bewusstsein? Da man Bewusstseinsereignissen keine physikalischen Maßgrößen wie Energie im physikalischen Sinne zuschreiben kann, kann keine Theorie, die Kausalität mit dem Übertrag einer physikalischen Größe verknüpft, diesen grundlegenden Arten von Kausalität gerecht werden. Auch die Leugnung des in der Redeweise von psychophysischer Kausalität vorausgesetzten Geist-Hirn-Dualismus ist dabei kein Ausweg. Denn auch wenn man (wie der Materialismus) bestreitet, dass das Bewusstsein eine eigenständige Realität neben den neuronalen Vorgängen ausmacht, so wird doch auch der Materialist nicht bestreiten wollen, dass die Hypothese eines solchen Dualismus, auch wenn sie nicht zutreffen sollte, ebenso sinnvoll und verständlich ist wie die Hypothese, dass das eine oder das andere oder beide auf das jeweils andere kausal einwirken. Solange man an der Verknüpfung von Kausalität und Übertragung einer physikalischen Größe festhält, wird

man das Bestehen dieser Möglichkeit kaum verständlich machen können. Auch der von dem Philosophen Héctor-Neri Castañeda vorgeschlagene Ausweg, im Fall der psychophysischen Kausalität der übertragenen Maßgröße den Wert null beizulegen,<sup>10</sup> führt nicht weiter. Die Übertragung einer Größe vom Betrag null ist ebenso wenig die Übertragung von irgendetwas wie ein Körper von der Ausdehnung null ein Körper ist.

Es scheint, dass sich diese Schwierigkeiten nur dann überwinden lassen, wenn man einen radikal anderen Ausgangspunkt wählt: wenn man sich von dem Bild verabschiedet, das sowohl Theorien einer von der Ursache ausgehenden „Kausalkraft“ als auch physikalistische Theorien entwerfen. „Echte“ Kausalität darf nicht an die Bedingung geknüpft werden, dass ein irgend gearteter „Faden“ – ein sich durchhaltendes, persistierendes Etwas – die Glieder der Ursachenkette verbindet. Das Gegenbild geht von einer anderen Leitvorstellung aus. Es entdynamisiert Ursachen und fasst sie nicht als *Produktionsmittel* bestimmter Wirkungen, sondern als *Entstehungsbedingungen* dieser Wirkungen auf. Diese Auffassung geht auf John Stuart Mill zurück, der sie nicht zuletzt aufgrund der Notwendigkeit entwarf, der tatsächlichen Praxis der kausalen Deutung von Korrelationen in den Wissenschaften gerecht zu werden. Nach dieser Auffassung wird Kausalität als ein *Bedingungsverhältnis* verstanden, durch das bestimmte Ereignisse in einem Abhängigkeitsverhältnis von bestimmten zeitlich vorangehenden Bedingungen stehen, ohne durch sie in einem allzu wörtlichen Sinne „hervorgebracht“ werden zu müssen. Die anthropomorphen Beiklänge eines „Hervorbringens“ der Wirkung durch ihre Ursache oder Ursachen treten in den Hintergrund. Statt *produziert* zu werden, *ergeben* sie sich aus einer bestimmten Konstellation von Faktoren, wobei es dann nicht mehr entscheidend ist, ob diese positiv aus Ereignissen oder negativ aus Nichtereignissen bestehen. Fasst man das Folgen der Wirkungen auf die Ursachen als ein Sich-Ergeben statt als ein Hervorgebrachtwerden auf, fallen auch die Schwierigkeiten weg, eine Dürreperiode als Wirkung des Nichteintretens des Monsuns oder das Vertrocknen als Wirkung des Nichtbegießens aufzufassen.

Dieses alternative Bild von Kausalität hat, abgesehen davon, dass es Raum für die negative und insbesondere Unterlassungskausalität und für die entsprechende Verantwortungszuschreibung macht, den Vorzug, allen wesentlichen Funktionen der Zuschreibung von Kausalität in derselben Weise zu genügen wie die „Produktions“-Auffassung. Erstens genügt sie ebenso wie diese dem Desiderat, die Kausalität als den metaphysischen „Kitt“ aufzufassen, der die Welt zusammenhält, als den *cement of the universe*.<sup>11</sup> Die Nahtstellen des kausalen Netzwerks der Welt bleiben bindungsfähig. Allerdings ist der Klebstoff, der die Fäden zusammenhält, nicht mehr durchgängig ein Zusammenhang des aktiven Bewirkens, sondern die zwischen den Phänomenen bestehenden naturgesetzlichen Verknüpfungen. Diese bestehen unabhängig davon, ob zwischen den verknüpften Phänomenen eine physikalische Größe übertragen wird (etwa im psychologischen Bereich) oder ob an der Verknüpfung ausschließlich positive Ereignisse beteiligt sind.

Zweitens erfüllt eine Konzeption von Ursachen, die diese als positive oder negative Bedingungen des Eintritts ihrer Wirkungen auffasst, alle Bedingungen, die an die *epistemischen* Funktionen von Ursachen zu stellen sind; das heißt, sie genügen der Bedingung, dass Kausalbeziehungen *ex post* kausale *Erklärungen* und *ex ante* *Prognosen* für die jeweiligen

<sup>10</sup> Vgl. Castañeda (1980: 99).

<sup>11</sup> Vgl. Hume (1980: 60) sowie Mackie (1974).

Wirkungsereignisse liefern.<sup>12</sup> Der Erklärungs- und Prognoseanspruch einer Kausalaussage wird dadurch, dass eine Bedingungsstruktur an die Stelle der Hervorbringungsstruktur tritt, nicht beeinträchtigt. Unter erkenntnistheoretischen Vorzeichen bleiben Kausalaussagen legitime Antwortmöglichkeiten auf Fragen nach den zu erwartenden Folgen *ex ante* wie auf Warum-Fragen *ex post*. Dadurch, dass die Kausalaussage auch negative Wirkungen und negative Ursachen einzubeziehen erlaubt, kommt sie besonders in dieser Hinsicht geläufigen Denk- und Sprechweisen entgegen. In den meisten Kontexten befriedigt uns eine Erklärung, die für eine positive Wirkung zutreffende negative Ursachen anführt, nicht weniger als eine Erklärung, die positive Ursachen anführt, und andersherum. Für das Vertrocknen der nicht begossenen Pflanzen wird das Nichtbegießen im Allgemeinen als eine ebenso gute und zutreffende Erklärung akzeptiert wie das Nichtangefahrenwerden des auf die Straße laufenden Kindes durch das rechtzeitige Festhalten des Kindes durch den Vater. Analoges gilt für auf Kausalbeziehungen gestützte Voraussagen.

Drittens lässt sich die Auffassung des Verursachungs- als ein Bedingungsverhältnis auch mit der so genannten „interventionistischen“ Kausalitätsauffassung in Übereinstimmung bringen. Nach der interventionistischen Kausalitätsauffassung, wie sie Gasking und von Wright vorgeschlagen haben,<sup>13</sup> sind Ursachen als Bedingungen zu verstehen, die durch menschliches Handeln realisiert werden können oder könnten, um eine bestimmte Wirkung hervorzurufen. Das Paradigma von Kausalität ist dieser Auffassung nach das Eingreifen in Zusammenhänge mit der Absicht, bestimmte erwünschte Wirkungen zu zeitigen. Die Zuweisung von Kausalität auf nicht durch menschliches Eingreifen bedingte Prozesse wird dann als Übertragung oder Projektion dieses Urbilds auf anderweitige Prozesse gedeutet. Dass sich die Auffassung von Kausalität als Bedingungs-zusammenhang, der auch negative Bedingungen einschließt, mit diesem Modell vereinbaren lässt, erscheint zunächst paradox: Negative Bedingungen stellen ja typischerweise keine Interventionen, sondern allenfalls Nichtinterventionen dar. Aber es lässt sich leicht sehen, dass dieses Modell durchaus auch auf negative Ursachen (und Wirkungen) anwendbar ist. Man muss dafür „Intervention“ lediglich durch „Realisierung“ ersetzen. Die Tatsache, dass eine negative Ursache wie das Nichtbegießen einer Pflanze ihr Vertrocknen zur Wirkung hat, kann man dann so rekonstruieren, dass sie der Tatsache äquivalent ist, dass ein bewusstes Realisieren der kausalen Bedingungen (das Nichtbegießen) die Wirkung hervorruft oder hervorrufen würde. Eine Pflanze nicht zu begießen ist zwar keine Handlung, aber sie ist doch handlungsartig. Sie kann Teil von Absichten, Planungen und Strategien werden.<sup>14</sup> Wollte man etwa das Vertrocknen der Pflanzen herbeiführen, wäre das Nichtbegießen eine zweifellos ebenso geeignete Strategie wie das Begießen der Pflanzen zu deren Nichtvertrocknen. Denkt man sich die Interventionstheorie auf *mögliche* Interventionen erweitert, würden auch nichthandlungsartige Ereignisse als negative Ursachen legitimiert. Obwohl der Monsun ein nichthandlungsartiges Ereignis darstellt, kann man sich sein Ausbleiben als Ursache im Sinne der Interventionstheorie denken, indem man sich vorstellt, ein Gott habe die Absicht, die Menschen durch eine Dürre zu bestrafen und bediene sich dazu des Nichteintretens des Monsuns. Alles, was dazu erforderlich ist, ist die göttliche Fähigkeit,

<sup>12</sup> Vgl. Schaffer (2004: 199).

<sup>13</sup> Vgl. Gasking (1955) sowie von Wright (1971).

<sup>14</sup> Man denke etwa an Rezepte, die die Anweisung beinhalten, bestimmte – übliche – Handgriffe *nicht* auszuführen oder bestimmte – übliche – Zutaten *wegzulassen*.

den Monsun eintreten zu lassen. Ein Geist, der es regnen lassen kann, muss es auch nicht regnen lassen können.

Auch an den logischen Strukturen der Kausalrelation ändert sich nichts, fasst man Unterlassungen und andere negative Ereignisse als Bedingungen statt als Produzenten ihrer Wirkereignisse auf. Wie für positive gilt auch für negative Ursachen, dass sie nur in Ausnahmefällen für ihre Wirkereignisse kausal notwendig oder kausal hinreichend sind. Auch im Fall der besagten Pflanzen ist das Nichtbegießen weder eine notwendige noch eine hinreichende Bedingung ihres Vertrocknens. Die Pflanzen könnten auch infolge einer Krankheit vertrocknen, und sie könnten trotz Nichtbegießens dank außergewöhnlicher Umstände, etwa einer besonders feuchten Witterung, am Leben bleiben. Oder mehrere negative Kausalfaktoren könnten zusammentreffen, entweder so, dass beide für sich hinreichend, aber nicht notwendig sind (Nichtbegießen und Nichtdüngen), oder so, dass beide notwendig sind, aber keine für sich hinreichend ist (Nachsehen, wie es den Pflanzen geht, und Wasserholen). Die adäquatere bisher vorgeschlagene logische Rekonstruktion der Kausalrelation, John Mackies Konzeption der so genannten INUS-Bedingungen, nach der eine Ursache ein uneliminierbarer Teil einer kausal hinreichenden, aber nicht notwendigen Bedingung der Wirkung ist, ist gegenüber der Frage, ob es sich um eine positive oder eine negative Bedingung handelt, indifferent. Auch eine negative Bedingung kann den Part einer Ursache beziehungsweise eines ursächlichen Faktors übernehmen.

Diese Tatsache hat eine überraschend aktuelle Bedeutung, nämlich im Zusammenhang mit der so genannten „passiven“ Sterbehilfe. Als „passiv“ gilt diese Form der Sterbehilfe, weil sie typischer-, aber nicht notwendigerweise durch ein Unterlassen vollzogen wird. Ein Patient wird sterben gelassen, indem man darauf verzichtet, sein Leben zu verlängern, das man durch medizinische Interventionen verlängern könnte, etwa indem man eine lebensverlängernde Behandlung abbricht oder eine aufgenommene Behandlung weiterführt, aber mit einer für das Überleben nicht mehr ausreichenden Intensität. Interessant ist jedoch, dass sich viele Ärzte dagegen wehren, dass ein Behandlungsabbruch (ob vom Patienten verlangt oder aus Gründen des Patientenwohls vorgenommen) als „passive“ Sterbehilfe und damit als Form von Sterbehilfe gelten soll. „Sterbehilfe“ legt nahe, dass der Arzt in irgendeiner Weise kausal am vorzeitigen Tod des Patienten beteiligt ist. Im Falle eines Behandlungsabbruchs oder des „Einfrierens“ einer Behandlung auf einem nicht mehr ausreichenden Niveau sterbe der Patient jedoch an seiner Krankheit und nicht an einer ärztlichen Intervention.

Der Unmut dieser Ärzte ist verständlich, aber der Sache nach unberechtigt. Denn zumindest nach der INUS-Analyse muss auch die unterlassene Weiterbehandlung als eine der Ursachen des vorzeitigen Todes des Patienten gelten. Auch wenn sie durch ein bloßes Unterlassen realisiert ist, erfüllt sie alle an eine echte Ursache zu stellenden Bedingungen. Die unterlassene Weiterbehandlung ist ein nicht eliminierbarer Teil einer hinreichenden Bedingung für den vorzeitigen Tod des Patienten. Ohne das Unterlassen wären die übrigen Bedingungen für sich nicht hinreichend.

Selbstverständlich ist sie nur eine von vielen Teilbedingungen. Aber als eine negative Teilbedingung ist sie ein ebenso vollwertiger Kausalfaktor wie die positiven Faktoren. In ihrer kausalen Rolle unterscheidet sie sich nicht von einem hypothetischen aktiven Eingreifen.



## Ein neues Dilemma: Inflationierung von Ursachen

Kann die Bedingungskonzeption der Kausalität als „Lösung“ des Dilemmas der Unterlassenskausalität gelten? Einiges spricht dafür, dass es dazu noch zu früh ist. Denn die damit verknüpfte Zulassung von Unterlassungen als Ursachen – und erst recht, in der erweiterten Form, die Zulassung von nichthandlungsartigen negativen Ereignissen als Ursachen – generiert ein neues Dilemma, die Inflationierung von Ursachen.

Dieses neue Dilemma ergibt sich daraus, dass jede Handlung mit einer großen Zahl von Unterlassungen einhergeht, das heißt von Handlungen, die nicht ausgeführt werden, aber ausgeführt werden könnten. Dadurch kommt es zu einer beträchtlichen Ausweitung der negativen kausalen Verantwortlichkeit. Nicht mehr nur für die Folgen von *h* wäre der Akteur kausal verantwortlich, sondern auch für die Folgen der Nichtausführung von *j*, *k*, *l* usw., die er statt *h* ausführen könnte. Sein Verhalten wäre nicht mehr nur der Ausgangspunkt der Kausalkette, die von der Handlung *h* ausgeht, sondern darüber hinaus einer Fülle weiterer Kausalketten, die von Nicht-*j*, Nicht-*k* und Nicht-*l* ausgehen. Auf diese Weise kommt es zu einer wundersamen Vermehrung von Kausalrelationen. Während wir im Alltag eine kausale Verantwortlichkeit für das, was wir nicht tun, jemandem im Allgemeinen nur dann zuschreiben, wenn es sich bei den Folgen dessen, was wir nicht tun, indem wir *h* tun, um hinreichend schwerwiegende oder aus anderen Gründen bemerkenswerte Ereignisse handelt, scheint uns die Bedingungskonzeption darauf zu verpflichten, alle und noch die marginalsten Folgewirkungen dessen, was wir nicht tun, indem wir etwas Bestimmtes tun (aber tun könnten), als Wirkungen unseres Verhaltens, das heißt als von diesem Verhalten kausal bedingt aufzufassen.

Es gibt mehrere Strategien, mit diesem neuen Dilemma fertig zu werden. Eine mögliche Strategie ist die *Leugnung*. Sie besteht darin, abzustreiten, dass es durch die Einbeziehung negativer Ursachen zu einer Inflationierung kommt, und zu behaupten, dass, was die Anzahl der Wirkungen betrifft, positive und negative Ursache gleichauf sind. Auch positive Ursachen hätten unabsehbar zahlreiche Wirkungen, wenn man etwa an die kausalen Folgen des Urknalls denke.<sup>15</sup> Damit wird aber die besondere Problematik der negativen Ursachen verfehlt. Diese liegt ja darin, dass – abhängig von dem jeweils zugrunde gelegten Begriff der Möglichkeit – die Zahl der infolge des Eintritts eines Ereignisses *nicht* eintretenden Ereignisse um Größenordnungen größer ist als die Zahl (wie immer diese bestimmt wird) der eintretenden Ereignisse.

Eine zweite Strategie ist die Beschränkung der Ursächlichkeit von Unterlassungen auf diejenigen Unterlassungen, die in der Nichtausführung der von einem Akteur erwarteten oder geforderten Handlungen bestehen.<sup>16</sup> Danach qualifiziert sich nicht jede beliebige Nichtausführung einer Handlung, die eine Wirkung *w* verhindern würde, als Ursache der eingetretenen Wirkung *w*. Als „Ursache“ von *w* käme vielmehr eine Unterlassung nur soweit in Frage, als ein entsprechendes Handeln zu *erwarten* oder dieses aus normativen Gründen – etwa aufgrund bestimmter moralischer oder rechtlicher Normen – *verlangt* war. Eine solche Beschränkung der Ursächlichkeit von Unterlassungen kommt zweifellos verbreiteten Denk- und Sprechweisen entgegen. In vielen praktischen Kontexten orientieren wir uns bei der Zuschreibung von kausaler Verantwortung nicht nur an den tatsächlichen

---

<sup>15</sup> So etwa Dowe (2001: 222).

<sup>16</sup> So Boniolo und De Anna (2006).

Gegebenheiten, sondern auch an eigenen oder fremden Erwartungen oder Forderungen. Das gilt insbesondere für Nichthandeln als kausaler Bedingung für Abläufe, die bei einem aktiven Eingreifen hätten vermieden oder verhindert werden können. Wir meinen (und sagen) im Allgemeinen nur dann, dass jemand einen anderen *sterben, in sein Unglück rennen* oder *im falschen Glauben gelassen* hat, wenn entweder wir selbst oder andere von dem jeweiligen Akteur ein alternatives Verhalten (nämlich ein Eingreifen) erwarten oder fordern. Dies lässt sich an dem erwähnten Beispielfall verdeutlichen: Nehmen wir an, A beauftragt, bevor er in Urlaub fährt, B damit, seine Pflanzen zu begießen. B könnte As Pflanzen begießen, unterlässt dies jedoch. Aber auch die Kollegen C, D und E, die As Pflanzen begießen könnten, tun dies, da sie sich nicht für zuständig halten, nicht. Zweifellos würde die moralische Verantwortlichkeit in diesem Fall ausschließlich oder primär auf B fallen. Viele würden aber einen Schritt weiter gehen und behaupten, dass in diesem Fall auch die kausale Verantwortlichkeit ausschließlich auf B fällt. Bs Untätigkeit ist für das Vertrocknen von As Pflanzen *kausal* verantwortlich, weil und insofern er dafür *normativ* verantwortlich war beziehungsweise weil ein Tätigwerden von ihm *erwartet wurde*. Die durch die Annahme des Auftrags begründete Zuständigkeit beziehungsweise die vorherrschenden Erwartungen entscheiden in diesem Fall nicht nur über die moralische, sondern auch über die kausale Zurechnung. Es ist klar, dass, folgte man diesem Vorschlag, die Zahl der Unterlassungsfolgen drastisch reduziert wäre.

Die dritte Strategie ist eine verschärfte Form der zweiten. Sie besteht darin, die Merkmale des Erwartetseins oder Gefordertseins nicht nur als Kriterien anzuerkennen, die über die *Kausalität* von Unterlassungen entscheiden, sondern diese Merkmale bereits als Begriffsmerkmale von *Unterlassungen* aufzufassen. Danach läge in den fraglichen Fällen von vornherein kein Unterlassen vor.<sup>17</sup> Man könnte nur von B, der den entsprechenden Auftrag von A übernommen hat, sagen, dass er das zugesagte Begießen von As Pflanzen unterlässt, nicht aber von C, D und E – es sei denn, der Sprecher wolle der Überzeugung Ausdruck geben, dass er das fragliche Handeln auch von C, D und E erwartet oder fordert. Danach löst sich das Inflationierungsproblem ebenfalls auf – nicht, wie bei der zweiten Strategie, durch eine quantitative Eingrenzung der Kausalitätsbeziehungen, in denen Unterlassungen stehen können, sondern durch eine quantitative Reduktion der Unterlassungen selbst.

Die Diskussion um die Tragfähigkeit dieser letzteren Strategien und das Ausmaß, in dem ihnen eine Auflösung des Dilemmas der Inflationierung von negativen Ursachen gelingt, ist noch nicht abgeschlossen. Einige der Gründe, die für diese Strategien ins Feld geführt werden, sind allzu eindeutig an pragmatischen Gesichtspunkten orientiert, um unter systematischen Aspekten zu befriedigen, etwa der Hinweis auf die sich aus der Anerkennung einer unbeschränkten Unterlassungskausalität ergebende Möglichkeit, auch der Unterlassung *verbotener* Mittel (etwa der Androhung von Folter) kausale Verantwortlichkeit für unerwünschte Ereignisse (Nichtgestehen) zuzuschreiben.<sup>18</sup> Unbefriedigend an der dritten Strategie ist insbesondere, dass sie es ausschließt, von einem Unterlassen auch dann zu sprechen, wenn ein oder mehrere Akteure, die eingreifen könnten, erwägen, in einen laufenden Prozess einzugreifen, dies dann aber nicht tun, so dass sich die befürchtete Wirkung einstellt. So könnte in unserem Beispielfall C überlegen, ob er B an As Auftrag

<sup>17</sup> Vgl. Berger (2004: 344).

<sup>18</sup> Vgl. Mack (1988: 64).

erinnert oder ob er statt B As Pflanzen begießt. Nach der zweiten wie nach der dritten Strategie wäre diese Überlegung kausal irrelevant für das Eintreten der Wirkung. Nach der zweiten Strategie käme dem Nichtverfolgen dieser Erwägung keine kausale Wirksamkeit für das Ergebnis zu. Nach der dritten könnte es noch nicht einmal als ein Unterlassen aufgefasst werden.

Fazit: Auch wenn sich das erste Dilemma der Unterlassungskausalität mithilfe der Konzeption von Kausalität als Bedingungsstruktur erfolgreich und intuitiv befriedigend auflösen lässt, scheint diese Lösung nur um den Preis eines Folgedilemmas zu haben zu sein, des Dilemmas der Inflationierung von Ursachen. Anders als für das Ausgangsdilemma ist eine Auflösung des Folgedilemmas allerdings vorerst nicht in Sicht.

## Literatur

- ARMSTRONG, David M. (1983). *What is a law of nature?* Cambridge.
- BERGER, Armin (2004). *Unterlassungen. Eine philosophische Untersuchung*. Paderborn.
- BIRNBACHER, Dieter (1995). *Tun und Unterlassen*. Stuttgart.
- BONIOLO, Giovanni und Gabriel DE ANNA (2006). „The four faces of omission“, *Philosophical Explorations* 9, 277–293.
- CASTAÑEDA, Héctor-Neri (1980). „Causes, energy and constant conjunctions“, in: Peter VAN INWAGEN (Hrsg.). *Time and cause. Essays presented to Richard Taylor*. Dordrecht, 81–108.
- DOWE, Phil (2001). „A counterfactual theory of prevention and ‚causation‘ by omission“, *Australasian Journal of Philosophy* 79, 216–226.
- FAIR, David (1979). „Causation and the flow of energy“, *Erkenntnis* 14, 219–250.
- GASKING, Douglas (1955). „Causation and recipes“, *Mind* 64, 479–487.
- GROSS, Hyman (1979). *A theory of criminal justice*. New York 1979.
- HUME, David (1980). *Abriß eines neuen Buches, betitelt: Ein Traktat über die menschliche Natur, etc./Brief eines Edelmannes an seinen Freund in Edinburgh*. Hamburg.
- LARENZ, Karl (1953). „Ursächlichkeit der Unterlassung“, *Neue Juristische Wochenschrift* 6, 686–687.
- MACK, Eric (1988). „Moral rights and causal casuistry“, in: Baruch A. BRODY (Hrsg.). *Moral theory and moral judgments in medical ethics*. Dordrecht 1988, 57–74.
- MACKIE, John L. (1974). *The cement of the universe*. Oxford.
- SCHAFFER, Jonathan (2004). „Causes need not be physically connected to their effects. The case for negative causation“, in: Christopher HITCHCOCK (Hrsg.). *Contemporary debates in philosophy of science*. London, 197–216.
- TRAPP, Rainer W. (1988). *Nicht-klassischer Utilitarismus. Eine Theorie der Gerechtigkeit*. Frankfurt am Main.
- WERNER, Marcus. *Am Hang*. Frankfurt am Main 2004.
- WRIGHT, Georg Henrik VON (1971). *Explaining and understanding*. Ithaca, NY.



# **Sofja Kovalevskaja-Preisträger**



KARL SEBASTIAN LANG

## Das lymphozytäre Choriomeningitisvirus – Untersucht mittels eines Mausmodells für virusinduzierte Immunpathologie in der Leber

### Einleitung

Die persistierende Infektion mit dem Hepatitis-B- oder Hepatitis-C-Virus zählt zu den häufigsten Erkrankungen weltweit.<sup>1</sup> Beide Viren sind nur schwach zytopathogen, können jedoch eine massive Schädigung der Leber verursachen mit Auftreten von Fettleber, Leberfibrose und hepatozellulären Karzinomen. Während einer Infektion mit Hepatitis induzierenden Viren spielen CD8<sup>+</sup>-T-Zellen eine entscheidende Rolle.<sup>2</sup> Die CD8-Lymphozyten können einerseits durch schnelle Aktivierung die Ausbreitung des Virus kontrollieren und eine Chronifizierung der Infektion verhindern. Andererseits kann bei persistierender Infektion die kontinuierliche Aktivierung von CD8-T-Zellen zu massiver Leberzellschädigung führen.<sup>3</sup> Ob eine Infektion persistiert, wird somit durch die Geschwindigkeit und Stärke der viruspezifischen CD8-T-Zellantwort in der Leber beeinflusst. Zunächst müssen viruspezifische CD8-T-Zellen geprägt werden. Dann wandern sie in die Leber und treffen dort auf das Virusantigen, wodurch die Produktion von Zytokinen (hauptsächlich IFN- $\gamma$  und TNF- $\alpha$ ) induziert wird.<sup>4</sup> Zusätzlich werden Perforine gebildet, die direkt zytotoxisch wirken. Die Expression des FAS-Liganden auf CD8-T-Zellen kann Apoptose auslösen.<sup>5</sup>

Eine Infektion mit dem lymphozytären Choriomeningitisvirus (LCMV) in der Maus ähnelt in vielen Fällen einer nicht chronisch verlaufenden Hepatitis-C-Virusinfektion im Menschen. Ebenfalls sind CD8-T-Zellen essenziell für die Kontrolle.<sup>6</sup> Ebenso tritt der Leberschaden nicht durch das Virus selbst, sondern durch Zerstörung der Hepatozyten durch CD8-T-Zellen auf. Zwei Stämme des LCMV werden häufig im Tiermodell verwendet. Der LCMV-Stamm Armstrong ist ein neurotropes Virus, das nach Infektion häufig ins zentrale Nervensystem streut und dort eine Meningitis induziert.<sup>7</sup> Der Stamm LCMV WE repliziert in Makrophagen. Am vierten Tag der Infektion werden Hepatozyten infiziert.<sup>8</sup> Je langsamer die Immunantwort gegen LCMV in der Leber reagiert, umso länger kann sich das Virus in der Leber ausbreiten und umso höher wird ihre Viruslast. Bei einer Immunreaktion gegen virusinfizierte Hepatozyten korreliert der Leberzelluntergang direkt mit der

---

<sup>1</sup> Vgl. Rehermann und Nascimbeni (2005).

<sup>2</sup> Vgl. Ferrari *et al.* (1990), Rehermann *et al.* (1995), Sobao *et al.* (2002) sowie Thimme *et al.* (2001).

<sup>3</sup> Vgl. Recher *et al.* (2007) sowie Zinkernagel *et al.* (1986).

<sup>4</sup> Vgl. Rehermann und Nascimbeni (2005).

<sup>5</sup> Vgl. Rehermann und Nascimbeni (2005).

<sup>6</sup> Vgl. Zinkernagel *et al.* (1985).

<sup>7</sup> Vgl. Ahmed *et al.* (1984) sowie Ahmed und Oldstone (1988).

<sup>8</sup> Vgl. Zinkernagel *et al.* (1986).

Viruslast.<sup>9</sup> Eine sekundäre Aktivierung des Immunsystems kann aber den Ausgang der Infektion beeinflussen.<sup>10</sup> Der Vorteil des Modells ist es, dass infizierte C57BL/6-Mäuse eine transiente Hepatitis von circa sieben Tagen entwickeln. Mit Hilfe von Gentergetingstrategien können einzelne Gene in C57BL/6-Mäusen mutiert werden. Eine veränderte Viruskontrolle in einer solchen mutierten Maus weist auf die Bedeutung des Gens bei der Virusvermehrung oder der Immunantwort gegen das Virus hin. Durch weitere Experimente kann man untersuchen, wie dieses Gen die Viruskontrolle beeinflusst. Wenn Gene, die in diesem Modell wichtig für die Viruskontrolle sind, auch bei humaner Hepatitis eine wichtige Rolle spielen, spricht das für die Eignung des Modells, humane Hepatitis zu untersuchen. Im Folgenden soll eine Übersicht gegeben werden, welche Gene bei einer solchen Maushepatitis eine Rolle spielen und inwieweit dies mit Ergebnissen aus klinischen Studien zur Infektion mit dem humanen Hepatitis-C-Virus korreliert (Tab. 1).

### Gene, die bei angeborener Immunität eine Rolle spielen

Für die Kontrolle von Viren ist eine schnelle Aktivierung der angeborenen Immunität essenziell.<sup>11</sup> Diese ist vor allem durch die direkte antivirale Wirkung des Interferon-alpha wichtig.<sup>12</sup> Ohne eine effiziente Interferonantwort kann LCMV nicht kontrolliert werden.<sup>13</sup> Ähnliche Daten wurden bei humaner Hepatitis gefunden. Dort können Polymorphismen im Interferonrezeptor den Erfolg der Interferontherapie beeinflussen.<sup>14</sup> Für die Aktivierung der angeborenen Immunität ist die Erkennung der Viren durch so genannte *Pattern Recognition Receptors* (PRR) wichtig. Die wichtigsten PRR für Viruserkennung sind die TOLL-ähnlichen Rezeptoren (TLR) 3, 4, 7, 8 und 9 und die RNA-Helikase RIG-I.<sup>15</sup> Wie Interferon bei einer LCMV-Infektion induziert wird, ist noch nicht eindeutig geklärt.<sup>16</sup> Während TOLL-ähnliche Rezeptoren keinen starken Einfluss auf die LCMV-spezifische Interferoninduktion haben, ist ein Adaptormolekül, MyD88, essenziell, um eine Infektion zu kontrollieren.<sup>17</sup>

Obwohl TLR3 nicht direkt von LCMV aktiviert wird, wurde in einem Modell für LCMV-assoziierte autoimmune Hepatitis (alb-1) gezeigt, dass eine Aktivierung von TLR3 eine autoimmune Hepatitis verschlechtern kann.<sup>18</sup> In der Leber führte diese Stimulation von TLR3 zur Produktion von CXCL9, einem Chemokin, das CD8<sup>+</sup>-T-Zellen an den Ort der Produktion lockt. Eine Stimulation der angeborenen Immunität führte so zu einer Vermehrung der CD8<sup>+</sup>-T-Zellen in der Leber. Die Blockade aller G-Protein-gekoppelten Chemokinsignalwege verhinderte die Entstehung einer Autoimmunhepatitis. Eine komplette Inhibition der Chemokinsignalwege führte auch zu einer Verzögerung der Viruskontrolle.

<sup>9</sup> Vgl. Zinkernagel *et al.* (1986).

<sup>10</sup> Vgl. Puglielli *et al.* (1999).

<sup>11</sup> Vgl. Areschoug und Gordon (2008) sowie Areschoug und Gordon (2009).

<sup>12</sup> Vgl. Muller *et al.* (1994).

<sup>13</sup> Vgl. Muller *et al.* (1994).

<sup>14</sup> Vgl. Tsukada *et al.* (2009) sowie Welzel *et al.* (2009).

<sup>15</sup> Vgl. Bowie und Unterholzner (2008).

<sup>16</sup> Vgl. Jung *et al.* (2008).

<sup>17</sup> Vgl. Lang *et al.* (2005a).

<sup>18</sup> Vgl. Lang *et al.* (2006).



**Gene, die bei angeborener Immunität eine Rolle spielen**

Funktion	Gene	LCMV-Hepatitis	humane Hepatitis
Aktivierung der angeborenen Immunität	RIG-I, TLRs		(Horner und Gale 2009)
Signalkaskade der angeborenen Immunität	MyD88	(Lang <i>et al.</i> 2005a)	
Antiviralwirkung	Interferon type I	(Muller <i>et al.</i> 1994)	(Tsukada <i>et al.</i> 2009; Welzel <i>et al.</i> 2009)
proinflammatorisch	TNF-alpha	(Liu <i>et al.</i> 2006)	(Chen <i>et al.</i> 2007; Dai <i>et al.</i> 2006; Lio <i>et al.</i> 2003)

**Gene, die die T-Zellen beeinflussen**

Funktion	Gene	LCMV-Hepatitis	humane Hepatitis
Antigenerkennung	MHC I, Tap, TCR, CD8	(Zinkernagel <i>et al.</i> 1985)	(Chuang <i>et al.</i> 2007; McKiernan <i>et al.</i> 2004; Neumann-Haefelin <i>et al.</i> 2006; Neumann-Haefelin und Thimme 2007; Thio <i>et al.</i> 2002)
T-Zellstimulation	IL-2	(Kasaian und Biron 1990)	(Semmo <i>et al.</i> 2005)
T-Zellstimulation	IL-7	(Pellegrini <i>et al.</i> 2009)	(Boettler <i>et al.</i> 2006)
T-Zell exhaustion	PD-1	(Barber <i>et al.</i> 2006)	(Penna <i>et al.</i> 2007; Radziewicz <i>et al.</i> 2007; Urbani <i>et al.</i> 2006)
T-Zellstimulation	IFN-I	(Kolumam <i>et al.</i> 2005)	
Inhibition der Immunantwort	IL10	(Brooks <i>et al.</i> 2006; Ejrnaes <i>et al.</i> 2006)	(Knapp <i>et al.</i> 2003; Lio <i>et al.</i> 2003; Mangia <i>et al.</i> 2004; Oleksyk <i>et al.</i> 2005; Yee <i>et al.</i> 2001)
antiviral	IFN $\gamma$	(Guidotti <i>et al.</i> 1999)	(Dai <i>et al.</i> 2005)
direkt zytotoxisch	Perforine	(Kagi <i>et al.</i> 1994)	

**Gene, die die B-Zellantwort beeinflussen**

Funktion	Gene	LCMV-Hepatitis	humane Hepatitis
neutralisierende Antikörper		(Battegay <i>et al.</i> 1994)	(Chapel <i>et al.</i> 2001; Christie <i>et al.</i> 1997; Pestka <i>et al.</i> 2007; Yu <i>et al.</i> 2004)

**Gene, das Zielorgan beeinflussen**

Funktion	Gene	LCMV-Hepatitis	humane Hepatitis
Durchblutung	Serotonin	(Lang <i>et al.</i> 2008)	
Chemokinproduktion		(Lang <i>et al.</i> 2006)	
	iNOS	(Guidotti <i>et al.</i> 2000)	

Tab. 1: Zusammenstellung von immunologisch relevanten Genen, die bei der Maushepatitis und/oder bei virusinduzierter humaner Hepatitis von Bedeutung sind

## Gene, die die CD8-T-Zellen beeinflussen

CD8-T-Zellen sind für die Kontrolle von LCMV und HCV essenziell. Eine LCMV-Infektion in Mäusen mit einem Gendefekt in der Antigenerkennung kann nicht dauerhaft kontrolliert werden. Diese Gene schließen MHC I (präsentiert CD8-T-Zellen-Virusantigene), T-Zellrezeptor (TZR, erkennt virusinfizierte Zellen), CD8 (wichtiger Korezeptor des TZR) und Tap1 (transportiert Antigene auf MHC I) mit ein. Auch in humanen Studien wurden sämtliche Polymorphismen in Genen der Antigenpräsentation gefunden, die die Persistenz von HCV beeinflussen.<sup>19</sup>

Für eine suffiziente T-Zellantwort ist eine starke Stimulation essenziell. Die Rolle von IL-2 in diesem Prozess ist nicht klar. Zwar wurde gezeigt, dass die Inhibition von IL-2 durch Cyclosporin eine LCMV-Infektion verzögern kann,<sup>20</sup> dennoch können IL-2-defiziente Mäuse eine Infektion mit 200PFU kontrollieren.<sup>21</sup> Eine frühe therapeutische Applikation von IL-2 ist für eine Viruskontrolle im Mausmodell vorteilhaft.<sup>22</sup> Im Menschen wurde ein Polymorphismus im IL-2-Gen gefunden, der ebenfalls zu einer verminderten Viruskontrolle führt.<sup>23</sup> Interleukin-7 ist ein wichtiger Überlebensfaktor von CD4- und CD8-T-Zellen.<sup>24</sup> Es gibt einige Studien, die eine verminderte Viruskontrolle mit einem verminderten IL-7-Signal in CD8-T-Zellen korrelieren. Weiterhin wurde gezeigt, dass die therapeutische Applikation von IL-7 eine Viruskontrolle positiv beeinflusst.<sup>25</sup> Auch dieses Gen wurde bei einer Hepatitis-B-Virus Infektion untersucht. Wie im LCMV-Modell korreliert eine hohe Expression der Alpha-Kette des IL-7-Rezeptors (CD127) mit einer Ausbildung von HBV-spezifischen Gedächtnis-T-Zellen.<sup>26</sup>

Die Aktivierung von dendritischen Zellen kann die CD8-T-Zellfunktion entscheidend beeinflussen. So können dendritische Zellen über Expression von PD-1-Liganden CD8-T-Zellen hemmen. Das Fehlen eines solchen Liganden verbessert die CD8-T-Zellfunktion mit einer schnelleren Kontrolle des persistierenden Virus.<sup>27</sup> In chronischer Infektion mit HCV wurde eine starke Expression von PD-1 gefunden.<sup>28</sup> Es bleibt unklar, ob bei humaner Hepatitis ein therapeutischer Block von PD-1 die Viruskontrolle positiv beeinflussen kann. Im LCMV-Mausmodell wurde dies gezeigt.<sup>29</sup>

Sämtliche Polymorphismen im IL-10-Gen beeinflussen den Outcome einer HCV-Infektion.<sup>30</sup> Je stärker das IL-10-Signal ist, desto eher führt eine Infektion zur Persistenz des Virus. Im LCMV-Mausmodell wurde gezeigt, dass ein Fehlen von IL-10 die Viruskontrol-

<sup>19</sup> Vgl. McKiernan *et al.* (2004), Neumann-Haefelin *et al.* (2006), Neumann-Haefelin und Thimme 2007) sowie Thio *et al.* (2002).

<sup>20</sup> Vgl. Kasaian und Biron (1990).

<sup>21</sup> Vgl. Kundig *et al.* (1993).

<sup>22</sup> Vgl. Blattman *et al.* (2003).

<sup>23</sup> Vgl. Semmo *et al.* (2005).

<sup>24</sup> Vgl. Mazzucchelli und Durum (2007).

<sup>25</sup> Vgl. Pellegrini *et al.* (2009).

<sup>26</sup> Vgl. Boettler *et al.* (2006).

<sup>27</sup> Vgl. Barber *et al.* (2006).

<sup>28</sup> Vgl. Penna *et al.* (2007), Radziewicz *et al.* (2007) sowie Urbani *et al.* (2006).

<sup>29</sup> Vgl. Ha *et al.* (2008).

<sup>30</sup> Vgl. Knapp *et al.* (2003), Lio *et al.* (2003), Mangia *et al.* (2004), Oleksyk *et al.* (2005) sowie Yee *et al.* (2001).

le beschleunigt.<sup>31</sup> Dies wurde auf die direkte Wirkung von IL-10 auf CD8-T-Zellexpansion zurückgeführt. Durch eine therapeutische Hemmung des IL-10 konnte so eine chronisch verlaufende Infektion ausheilen.<sup>32</sup>

Für die Kontrolle des LCMV sind vor allem die Effektoren Perforin und Interferon-gamma entscheidend. Perforin kann virusinfizierte Zellen direkt töten,<sup>33</sup> während Interferon-gamma direkt antiviral wirkt.<sup>34</sup> Die Rolle von Perforin bei humaner Hepatitisinfektion ist nicht so eindeutig, auch gibt es zur Rolle von Interferon-gamma nur wenige Hinweise.<sup>35</sup>

## Gene, die die B-Zell-Antwort beeinflussen

B-Zellen sind für die Langzeitkontrolle des LCMV essenziell.<sup>36</sup> Diese tragen vor allem durch Produktion von neutralisierenden Antikörpern zur Viruskontrolle bei. Daher können Mäuse mit Mutation von MHC II (ist wichtig für die Antigenerkennung von CD4-T-Zellen), CD4 (wichtiger Korezeptor auf CD4-T-Zellen) und JH (codiert für die schwere Antikörperkette) eine LCMV-Infektion nicht langfristig kontrollieren. Interessanterweise führt nicht nur eine zu schwache Aktivierung der CD4-Antwort zur Verminderung der neutralisierenden Antikörper.<sup>37</sup> Eine starke Aktivierung von virusspezifischen CD4<sup>+</sup>-T-Zellen führt erstaunlicherweise ebenso zur Persistenz von LCMV in der Leber. Es traten so genannte virale Nischen auf.<sup>38</sup> Deren Entstehung kann durch die hervorgerufene CD4-abhängige Immunpathologie oder durch Unterdrückung der Bildung neutralisierender Antikörper durch CD4<sup>+</sup>-T-Zellen erklärt werden.<sup>39</sup> In beiden Fällen könnte eine Abnahme der CD4-Hilfe durch spezifische Toleranz zum milderen Verlauf der Hepatitis beitragen.<sup>40</sup>

Auch bei humaner Hepatitis wird klar, dass eine starke Induktion von neutralisierenden Antikörpern mit einer guten Viruskontrolle korreliert.<sup>41</sup> Welche Gene eine solche gute Antikörperantwort beeinflussen, ist unklar und muss sowohl im Mausmodell als auch im humanen System weiter untersucht werden.

## Gene, die das Zielorgan beeinflussen

Bei Leberzellschädigung wird NO gebildet.<sup>42</sup> NO reagiert mit ROS zu Peroxynitrit, das mit CD95 reagiert. Auf diese Weise wird CD95 inaktiviert.<sup>43</sup> In Abhängigkeit von Zelltyp, Konzentration und Anwesenheit von Kostimulatoren kann NO Apoptose auslösen oder

---

<sup>31</sup> Vgl. Brooks *et al.* (2006).

<sup>32</sup> Vgl. Ejrnaes *et al.* (2006).

<sup>33</sup> Vgl. Kagi *et al.* (1994).

<sup>34</sup> Vgl. Guidotti *et al.* (1999).

<sup>35</sup> Vgl. Dai *et al.* (2005).

<sup>36</sup> Vgl. Bategay *et al.* (1994).

<sup>37</sup> Vgl. Recher *et al.* (2004).

<sup>38</sup> Vgl. Lang *et al.* (2007).

<sup>39</sup> Vgl. Lang *et al.* (2005b).

<sup>40</sup> Vgl. Cervantes-Barragan *et al.* (2007).

<sup>41</sup> Vgl. Chapel *et al.* (2001), Christie *et al.* (1997), Pestka *et al.* (2007) sowie Yu *et al.* (2004).

<sup>42</sup> Vgl. Kamanaka *et al.* (2003), Kurabayashi *et al.* (2005) sowie Venkatraman *et al.* (2004).

<sup>43</sup> Vgl. Reinehr *et al.* (2006).

hemmen.<sup>44</sup> Bei der Bildung von NO spielt die induzierbare NO-Synthase (iNOS) eine entscheidende Rolle.<sup>45</sup> Neben seiner Wirkung auf die CD95-Signalkaskade beeinflusst NO die Mikrozirkulation.<sup>46</sup>

Bei den Untersuchungen an LCMV-infizierten Mäusen wurde die überraschende Beobachtung gemacht, dass virale Replikation in der Leber zur Anhäufung von Thrombozyten führt. Dieser Befund korrelierte mit einer Drosselung der hepatischen Mikrozirkulation während einer viralen Infektion. Mit Hilfe einer serotonindefizienten Maus (*tph1<sup>-/-</sup>*) konnte gezeigt werden, dass die starke Reduktion der hepatischen Mikrozirkulation serotoninabhängig ist. Das Fehlen von Serotonin verhinderte den Leberschaden nach einer Infektion mit LCMV<sup>47</sup> und förderte gleichzeitig die Kontrolle des Virus durch CD8-T-Zellen. Ob die Aktivierung von Thrombozyten beim Menschen Auswirkungen auf den Virusverlauf hat, bleibt unklar.

### Abschließende Fragestellung

Sämtliche Gene, die für eine Kontrolle des LCMV im Mausmodell wichtig sind, spielen auch bei humaner Hepatitis eine Rolle. Durch diese Tatsache ist anzunehmen, dass auch weitere Entdeckungen in diesem Mausmodell eine Relevanz für die humane Hepatitis haben. Dennoch hat das Mausmodell zwei Nachteile: Erstens können Gene, die direkt die Virusreplikation in Zellen beeinflussen, oder Gene, die durch das Virus selbst beeinflusst werden (wie zum Beispiel NS3-4A mit RIG-I), in diesem Modell nicht entdeckt werden.<sup>48</sup> Zweitens entwickeln Mäuse auch bei Persistenz des LCMV keine starke Leberfibrose. Daher ist das LCMV-Modell für die Untersuchung der virusinduzierten Leberfibrose vermutlich nur begrenzt geeignet.

### Literatur

- AHMED, R., J. A. BYRNE und M. B. OLDSTONE (1984). „Virus specificity of cytotoxic T lymphocytes generated during acute lymphocytic choriomeningitis virus infection: role of the H-2 region in determining cross-reactivity for different lymphocytic choriomeningitis virus strains“, *Journal of Virology* 51, 34–41.
- AHMED, R. und M. B. OLDSTONE (1988). „Organ-specific selection of viral variants during chronic infection“, *Journal of Experimental Medicine* 167, 1719–1724.
- ARESCHOUG, T. und S. GORDON (2008). „Pattern recognition receptors and their role in innate immunity: focus on microbial protein ligands“, *Contributions to Microbiology* 15, 45–60.
- ARESCHOUG, T. und S. GORDON (2009). „Scavenger receptors: role in innate immunity and microbial pathogenesis“, *Cellular Microbiology* 11, 1160–1169.
- BAO, X., J. CUI, Y. WU, X. HAN, C. GAO, Z. HUA *et al.* (2007). „The roles of endogenous reactive oxygen species and nitric oxide in triptolide-induced apoptotic cell death in macrophages“, *Journal of Molecular Medicine* 85, 85–98.

<sup>44</sup> Vgl. Bao *et al.* (2007), Dimmeler *et al.* (1997), Dimmeler und Zeiher (1999), Haendeler *et al.* (1999) sowie Taylor *et al.* (2003).

<sup>45</sup> Vgl. Kamanaka *et al.* (2003), Kurabayashi *et al.* (2005) sowie Venkatraman *et al.* (2004).

<sup>46</sup> Vgl. Chen *et al.* (2003), Eum *et al.* (2007), Ishikawa *et al.* (2004), Kim und Lee (2004), Koeppel *et al.* (2007) sowie Whittle *et al.* (2001).

<sup>47</sup> Vgl. Lang *et al.* (2008).

<sup>48</sup> Vgl. Meylan *et al.* (2005).

- BARBER, D. L., E. J. WHERRY, D. MASOPUST, B. ZHU, J. P. ALLISON, A. H. SHARPE *et al.* (2006). „Restoring function in exhausted CD8 T cells during chronic viral infection“, *Nature* 439, 682–687.
- BATTEGAY, M., D. MOSKOPHIDIS, A. RAHEMTULLA, H. HENGARTNER, T. W. MAK und R. M. ZINKERNAGEL (1994). „Enhanced establishment of a virus carrier state in adult CD4+ T-cell-deficient mice“, *Journal of Virology* 68, 4700–4704.
- BLATTMAN, J. N., J. M. GRAYSON, E. J. WHERRY, S. M. KAECH, K. A. SMITH und R. AHMED (2003). „Therapeutic use of IL-2 to enhance antiviral T-cell responses in vivo“, *Nature Medicine* 9, 540–547.
- BOETTNER, T., E. PANTHER, B. BENGSCHE, N. NAZAROVA, H. C. SPANGENBERG, H. E. BLUM *et al.* (2006). „Expression of the interleukin-7 receptor alpha chain (CD127) on virus-specific CD8+ T cells identifies functionally and phenotypically defined memory T cells during acute resolving hepatitis B virus infection“, *Journal of Virology* 80, 3532–3540.
- BOWIE, A. G. und L. UNTERHOLZNER (2008). „Viral evasion and subversion of pattern-recognition receptor signalling“, *Nature Reviews Immunology* 8, 911–922.
- BROOKS, D. G., M. J. TRIFILO, K. H. EDELMANN, L. TEYTON, D. B. MCGAVERN und M. B. OLDSTONE (2006). „Interleukin-10 determines viral clearance or persistence in vivo. *Nature Medicine* 12:1301–1309.
- CERVANTES-BARRAGAN, L., R. ZUST, F. WEBER, M. SPIEGEL, K. S. LANG, S. AKIRA *et al.* (2007). „Control of coronavirus infection through plasmacytoid dendritic-cell-derived type I interferon“, *Blood* 109, 1131–1137.
- CHAPEL, H. M., J. M. CHRISTIE, V. PEACH und R. W. CHAPMAN (2001). „Five-year follow-up of patients with primary antibody deficiencies following an outbreak of acute hepatitis C“, *Clinical Immunology* 99, 320–324.
- CHEN, T., R. ZAMORA, B. ZUCKERBRAUN und T. R. BILLIAR (2003). „Role of nitric oxide in liver injury“, *Current Molecular Medicine* 3, 519–526.
- CHEN, T. Y., Y. S. HSIEH, T. T. WU, S. F. YANG, C. J. WU, G. J. TSAY *et al.* (2007). „Impact of serum levels and gene polymorphism of cytokines on chronic hepatitis C infection“, *Translational Research* 150, 116–121.
- CHRISTIE, J. M., C. J. HEALEY, J. WATSON, V. S. WONG, M. DUDDRIDGE, N. SNOWDEN *et al.* (1997). „Clinical outcome of hypogammaglobulinaemic patients following outbreak of acute hepatitis C: 2 year follow up“, *Clinical and Experimental Immunology* 110, 4–8.
- CHUANG, W. C., F. SARKODIE, C. J. BROWN, S. OWUSU-OFORI, J. BROWN, C. LI *et al.* (2007). „Protective effect of HLA-B57 on HCV genotype 2 infection in a West African population“, *Journal of Medical Virology* 79, 724–733.
- DAI, C. Y., W. L. CHUANG, W. Y. CHANG, S. C. CHEN, L. P. LEE, M. Y. HSIEH *et al.* (2005). „Polymorphisms in the interferon-gamma gene at position +874 in patients with chronic hepatitis C treated with high-dose interferon-alpha and ribavirin“, *Antiviral Research* 67, 93–97.
- DAI, C. Y., W. L. CHUANG, W. Y. CHANG, S. C. CHEN, L. P. LEE, M. Y. HSIEH *et al.* (2006). „Tumor necrosis factor- $\alpha$  promoter polymorphism at position -308 predicts response to combination therapy in hepatitis C virus infection“, *Journal of Infectious Diseases* 193, 98–101.
- DIMMELER, S., J. HAENDELER, M. NEHLS und A. M. ZEIHNER (1997). „Suppression of apoptosis by nitric oxide via inhibition of interleukin-1 $\beta$ -converting enzyme (ICE)-like and cysteine protease protein (CPP)-32-like proteases“, *Journal of Experimental Medicine* 185, 601–607.
- DIMMELER, S. und A. M. ZEIHNER (1999). „Nitric oxide – an endothelial cell survival factor“, *Cell Death and Differentiation* 6, 964–968.
- EJRNAES, M., C. M. FILIPPI, M. M. MARTINIC, E. M. LING, L. M. TOGHER, S. CROTTY *et al.* (2006). „Resolution of a chronic viral infection after interleukin-10 receptor blockade“, *Journal of Experimental Medicine* 203, 2461–2472.

- EUM, H. A., S. W. PARK und S. M. LEE (2007). „Role of nitric oxide in the expression of hepatic vascular stress genes in response to sepsis“, *Nitric Oxide* 17, 126–133.
- FERRARI, C., A. PENNA, A. BERTOLETTI, A. VALLI, A. D. ANTONI, T. GIUBERTI *et al.* (1990). „Cellular immune response to hepatitis B virus-encoded antigens in acute and chronic hepatitis B virus infection“, *Journal of Immunology* 145, 3442–3449.
- GUIDOTTI, L. G., P. BORROW, A. BROWN, H. MCCLARY, R. KOCH, F. V. CHISARI (1999). „Non-cytopathic clearance of lymphocytic choriomeningitis virus from the hepatocyte“, *Journal of Experimental Medicine* 189, 1555–1564.
- GUIDOTTI, L. G., H. MCCLARY, J. M. LOUDIS und F. V. CHISARI (2000). „Nitric oxide inhibits hepatitis B virus replication in the livers of transgenic mice“, *Journal of Experimental Medicine* 191, 1247–1252.
- HA, S. J., S. N. MUELLER, E. J. WHERRY, D. L. BARBER, R. D. AUBERT, A. H. SHARPE *et al.* (2008). „Enhancing therapeutic vaccination by blocking PD-1-mediated inhibitory signals during chronic infection“, *Journal of Experimental Medicine* 205, 543–555.
- HAENDELER, J., A. M. ZEIHNER und S. DIMMELER (1999). „Nitric oxide and apoptosis“, *Vitamin Hormon* 57, 49–77.
- HORNER, S. M. und M. GALE (2009). „Intracellular Innate Immune Cascades and Interferon Defenses That Control Hepatitis C Virus“, *Journal of Interferon and Cytokine Research* 29, 489–498.
- ISHIKAWA, M., K. Y. STOKES, J. H. ZHANG, A. NANDA und D. N. GRANGER (2004). „Cerebral microvascular responses to hypercholesterolemia: roles of NADPH oxidase and P-selectin“, *Circulation Research* 94, 239–244.
- JUNG, A., H. KATO, Y. KUMAGAI, H. KUMAR, T. KAWAI, O. TAKEUCHI *et al.* (2008). „Lymphocytic choriomeningitis virus activates plasmacytoid dendritic cells and induces a cytotoxic T-cell response via MyD88“, *Journal of Virology* 82, 196–206.
- KAGI, D., B. LEDERMANN, K. BURKI, P. SEILER, B. ODERMATT, K. J. OLSEN *et al.* (1994). „Cytotoxicity mediated by T cells and natural killer cells is greatly impaired in perforin-deficient mice“, *Nature* 369, 31–37.
- KAMANAKA, Y., A. KAWABATA, H. MATSUYA, C. TAGA, F. SEKIGUCHI und N. KAWAO (2003). „Effect of a potent iNOS inhibitor (ONO-1714) on acetaminophen-induced hepatotoxicity in the rat“, *Life Sciences* 74, 793–802.
- KASAIAN, M. T. und C. A. BIRON (1990). „Effects of cyclosporin A on IL-2 production and lymphocyte proliferation during infection of mice with lymphocytic choriomeningitis virus“, *Journal of Immunology* 144, 299–306.
- KIM, S. H. und S. M. LEE (2004). „Expression of hepatic vascular stress genes following ischemia/reperfusion and subsequent endotoxemia“, *Archive of Pharmacological Research* 27, 769–775.
- KNAPP, S., B. J. HENNIG, A. J. FRODSHAM, L. ZHANG, S. HELLIER, M. WRIGHT *et al.* (2003). „Interleukin-10 promoter polymorphisms and the outcome of hepatitis C virus infection“, *Immunogenetics* 55, 362–369.
- KOEPPEL, T. A., N. MIHALJEVIC, B. KRAENZLIN, M. LOEHR, R. JESENOFSKY, S. POST *et al.* (2007). „Enhanced iNOS gene expression in the steatotic rat liver after normothermic ischemia“, *European Surgical Research* 39, 303–311.
- KOLUMAM, G. A., S. THOMAS, L. J. THOMPSON, J. SPRENT und K. MURALI-KRISHNA (2005). „Type I interferons act directly on CD8 T cells to allow clonal expansion and memory formation in response to viral infection“, *Journal of Experimental Medicine* 202, 637–650.
- KUNDIG, T. M., H. SCHORLE, M. F. BACHMANN, H. HENGARTNER, R. M. ZINKERNAGEL und I. HORAK (1993). „Immune responses in interleukin-2-deficient mice“, *Science* 262, 1059–1061.

- KURABAYASHI, M., I. TAKEYOSHI, D. YOSHINARI, Y. KOIBUCHI, T. OHKI, K. MATSUMOTO *et al.* (2005). „NO donor ameliorates ischemia-reperfusion injury of the rat liver with iNOS attenuation“, *Journal of Investigative Surgery* 18, 193–200.
- LANG, K. S., M. RECHER, T. JUNT, A. A. NAVARINI, N. L. HARRIS, S. FREIGANG *et al.* (2005a). „Toll-like receptor engagement converts T-cell autoreactivity into overt autoimmune disease“, *Nature Medicine* 11, 138–145.
- LANG, K. S., M. RECHER, A. A. NAVARINI, N. L. HARRIS, M. LOHNING, T. JUNT *et al.* (2005b). „Inverse correlation between IL-7 receptor expression and CD8 T cell exhaustion during persistent antigen stimulation“, *European Journal of Immunology* 35, 738–745.
- LANG, K. S., P. GEORGIEV, M. RECHER, A. A. NAVARINI, A. BERGTHALER, M. HEIKENWALDER *et al.* (2006). „Immunoprivileged status of the liver is controlled by Toll-like receptor 3 signaling“, *Journal of Clinical Investigation* 116, 2456–2463.
- LANG, K. S., A. N. HEGAZY, P. A. LANG, B. ESCHLI, M. LOHNING, H. HENGARTNER *et al.* (2007). „‘Negative vaccination’ by specific CD4 T cell tolerisation enhances virus-specific protective antibody responses“, *PLoS ONE* 2, e1162.
- LANG, P. A., C. CONTALDO, P. GEORGIEV, A. M. EL-BADRY, M. RECHER, M. KURRER *et al.* (2008). „Aggravation of viral hepatitis by platelet-derived serotonin“, *Nature Medicine* 14, 756–761.
- LIO, D., C. CARUSO, R. DI STEFANO, G. COLONNA ROMANO, D. FERRARO, L. SCOLA *et al.* (2003). „IL-10 and TNF-alpha polymorphisms and the recovery from HCV infection“, *Human Immunology* 64, 674–680.
- LIU, F., R. FEUER, D. E. HASSETT und J. L. WHITTON (2006). „Peptide vaccination of mice immune to LCMV or vaccinia virus causes serious CD8 T cell-mediated, TNF-dependent immunopathology“, *Journal of Clinical Investigation* 116, 465–475.
- MANGIA, A., R. SANTORO, M. PIATTELLI, V. PAZIENZA, G. GRIFA, A. IACOBELLIS *et al.* (2004). „IL-10 haplotypes as possible predictors of spontaneous clearance of HCV infection“, *Cytokine* 25, 103–109.
- MAZZUCHELLI, R. und S. K. DURUM (2007). „Interleukin-7 receptor expression: intelligent design“, *Nature Reviews Immunology* 7, 144–154.
- MCKIERNAN, S. M., R. HAGAN, M. CURRY, G. S. McDONALD, A. KELLY, N. NOLAN *et al.* (2004). „Distinct MHC class I and II alleles are associated with hepatitis C viral clearance, originating from a single source“, *Hepatology* 40, 108–114.
- MEYLAN, E., J. CURRAN, K. HOFMANN, D. MORADPOUR, M. BINDER, R. BARTENSCHLAGER *et al.* (2005). „Cardif is an adaptor protein in the RIG-I antiviral pathway and is targeted by hepatitis C virus“, *Nature* 437, 1167–1172.
- MULLER, U., U. STEINHOFF, L. F. REIS, S. HEMMI, J. PAVLOVIC, R. M. ZINKERNAGEL *et al.* (1994). „Functional role of type I and type II interferons in antiviral defense“, *Science* 264, 1918–1921.
- NEUMANN-HAEFELIN, C., S. MCKIERNAN, S. WARD, S. VIAZOV, H. C. SPANGENBERG, T. KILLINGER *et al.* (2006). „Dominant influence of an HLA-B27 restricted CD8+ T cell response in mediating HCV clearance and evolution“, *Hepatology* 43, 563–572.
- NEUMANN-HAEFELIN, C. und R. THIMME (2007). „Impact of the genetic restriction of virus-specific T-cell responses in hepatitis C virus infection“, *Genes and Immunity* 8, 181–192.
- OLEKSYK, T. K., C. L. THIO, A. L. TRUELOVE, J. J. GOEDERT, S. M. DONFIELD, G. D. KIRK *et al.* (2005). „Single nucleotide polymorphisms and haplotypes in the IL10 region associated with HCV clearance“, *Genes and Immunity* 6, 347–357.
- PELLEGRINI, M., T. CALZASCIA, A. R. ELFORD, A. SHAHINIAN, A. E. LIN, D. DISSANAYAKE *et al.* (2009). „Adjuvant IL-7 antagonizes multiple cellular and molecular inhibitory networks to enhance immunotherapies“, *Nature Medicine* 15, 528–536.

- PENNA, A., M. PILLI, A. ZERBINI, A. ORLANDINI, S. MEZZADRI, L. SACCHELLI *et al.* (2007). „Dysfunction and functional restoration of HCV-specific CD8 responses in chronic hepatitis C virus infection“, *Hepatology* 45, 588–601.
- PESTKA, J. M., M. B. ZEISEL, E. BLASER, P. SCHURMANN, B. BARTOSCH, F. L. COSSET *et al.* (2007). „Rapid induction of virus-neutralizing antibodies and viral clearance in a single-source outbreak of hepatitis C“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 6025–6030.
- PUGLIELLI, M. T., J. L. BROWNING, A. W. BREWER, R. D. SCHREIBER, W. J. SHIEH, J. D. ALTMAN *et al.* (1999). „Reversal of virus-induced systemic shock and respiratory failure by blockade of the lymphotoxin pathway“, *Nature Medicine* 5, 1370–1374.
- RADZIEWICZ, H., C. C. IBEGBU, M. L. FERNANDEZ, K. A. WORKOWSKI, K. OBIDEEN, M. WEHBI *et al.* (2007). „Liver-infiltrating lymphocytes in chronic human hepatitis C virus infection display an exhausted phenotype with high levels of PD-1 and low levels of CD127 expression“, *Journal of Virology* 81, 2545–2553.
- RECHER, M., K. S. LANG, L. HUNZIKER, S. FREIGANG, B. ESCHLI, N. L. HARRIS *et al.* (2004). „Deliberate removal of T cell help improves virus-neutralizing antibody production“, *Nature Immunology* 5, 934–942.
- RECHER, M., K. S. LANG, A. A. NAVARINI, L. HUNZIKER, P. A. LANG, K. FINK *et al.* (2007). „Extralymphatic virus sanctuaries as a consequence of potent T-cell activation“, *Nature Medicine* 13, 1316–1323.
- REHERMANN, B., P. FOWLER, J. SIDNEY, J. PERSON, A. REDEKER, M. BROWN *et al.* (1995). „The cytotoxic T lymphocyte response to multiple hepatitis B virus polymerase epitopes during and after acute viral hepatitis“, *Journal of Experimental Medicine* 181, 1047–1058.
- REHERMANN, B. und M. NASCIMBENI (2005). „Immunology of hepatitis B virus and hepatitis C virus infection“, *Nature Reviews Immunology* 5, 215–229.
- REINEHR, R., S. BECKER, J. BRAUN, A. EBERLE, S. GREYER-BECK und D. HÄUSSINGER (2006). „Endosomal acidification and activation of NADPH oxidase isoforms are upstream events in hyperosmolarity-induced hepatocyte apoptosis“, *Journal of Biological Chemistry* 281, 23150–23166.
- SEMMO, N., C. L. DAY, S. M. WARD, M. LUCAS, G. HARCOURT, A. LOUGHRY *et al.* (2005). „Preferential loss of IL-2-secreting CD4+ T helper cells in chronic HCV infection“, *Hepatology* 41, 1019–1028.
- SOBAO, Y., H. TOMIYAMA, K. SUGI, M. TOKUNAGA, T. UENO, S. SAITO *et al.* (2002). „The role of hepatitis B virus-specific memory CD8 T cells in the control of viral replication“, *Journal of Hepatology* 36, 105–115.
- TAYLOR, E. L., I. L. MEGSON, C. HASLETT und A. G. ROSSI (2003). „Nitric oxide: a key regulator of myeloid inflammatory cell apoptosis“, *Cell Death and Differentiation* 10, 418–430.
- THIMME, R., D. OLDACH, K. M. CHANG, C. STEIGER, S. C. RAY und F. V. CHISARI (2001). „Determinants of viral clearance and persistence during acute hepatitis C virus infection“, *Journal of Experimental Medicine* 194, 1395–1406.
- THIO, C. L., X. GAO, J. J. GOEDERT, D. VLAHOV, K. E. NELSON, M. W. HILGARTNER *et al.* (2002). „HLA-Cw\*04 and hepatitis C virus persistence“, *Journal of Virology* 76, 4792–4797.
- TSUKADA, H., H. OCHI, T. MAEKAWA, H. ABE, Y. FUJIMOTO, M. TSUGE *et al.* (2009). „A polymorphism in MAPKAPK3 affects response to interferon therapy for chronic hepatitis C“, *Gastroenterology* 136, 1796–1805 e1796.
- URBANI, S., B. AMADEI, D. TOLA, M. MASSARI, S. SCHIVAZAPPA, G. MISSALE *et al.* (2006). „PD-1 expression in acute hepatitis C virus (HCV) infection is associated with HCV-specific CD8 exhaustion“, *Journal of Virology* 80, 11398–11403.



- VENKATRAMAN, A., S. SHIVA, A. WIGLEY, E. ULASOVA, D. CHHIENG, S. M. BAILEY *et al.* (2004). „The role of iNOS in alcohol-dependent hepatotoxicity and mitochondrial dysfunction in mice“, *Hepatology* 40, 565–573.
- WELZEL, T. M., T. R. MORGAN, H. L. BONKOVSKY, D. NAISHADHAM, R. M. PFEIFFER, E. C. WRIGHT *et al.* (2009). „Variants in interferon-alpha pathway genes and response to pegylated interferon-Alpha2a plus ribavirin for treatment of chronic hepatitis C virus infection in the hepatitis C antiviral long-term treatment against cirrhosis trial“, *Hepatology* 49, 1847–1858.
- WHITTLE, B. J., E. MORSCHL, J. POZSAR, A. P. MORAN und F. LASZLO (2001). „Helicobacter pylori lipopolysaccharide provokes iNOS-mediated acute systemic microvascular inflammatory responses in rat cardiac, hepatic, renal and pulmonary tissues“, *Journal of Physiology Paris* 95, 257–259.
- YEE, L. J., J. TANG, A. W. GIBSON, R. KIMBERLY, D. J. VAN LEEUWEN und R. A. KASLOW (2001). „Interleukin 10 polymorphisms as predictors of sustained response in antiviral therapy for chronic hepatitis C infection“, *Hepatology* 33, 708–712.
- YU, M. Y., B. BARTOSCH, P. ZHANG, Z. P. GUO, P. M. RENZI, L. M. SHEN *et al.* (2004). „Neutralizing antibodies to hepatitis C virus (HCV) in immune globulins derived from anti-HCV-positive plasma“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101, 7705–7710.
- ZINKERNAGEL, R. M., C. J. PFAU, H. HENGARTNER und A. ALTHAGE (1985). „Susceptibility to murine lymphocytic choriomeningitis maps to class I MHC genes – a model for MHC/disease associations“, *Nature* 316, 814–817.
- ZINKERNAGEL, R. M., E. HAENSELER, T. LEIST, A. CERNY, H. HENGARTNER und A. ALTHAGE (1986). „T cell-mediated hepatitis in mice infected with lymphocytic choriomeningitis virus. Liver cell destruction by H-2 class I-restricted virus-specific cytotoxic T cells as a physiological correlate of the 51Cr-release assay?“, *Journal of Experimental Medicine* 164, 1075–1092.



**Graduiertenausbildung an der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



**SONJA MEYER ZU BERSTENHORST,  
KARL-ERICH JAEGER und JÖRG PIETRUSZKA**

***CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology:*  
Ein neuer Weg zur praxisnahen Doktorandenausbildung**

**Einleitung**

Die Graduiertenschule *CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology* unterscheidet sich nicht nur im Namen von der stetig wachsenden Zahl anderer Graduiertenkollegs und NRW-Forschungsschulen, die landesweit an exzellenten Universitäten etabliert sind oder werden. Doch was macht den „feinen Unterschied“ wirklich aus? Der *CLIB-Graduate Cluster* ist derzeit eines der größten und innovativsten Doktorandenausbildungsprogramme Europas im Bereich der Lebenswissenschaften: Im Rahmen der Kooperation der drei Partneruniversitäten Bielefeld, Dortmund und Düsseldorf sowie CLIB<sup>2021</sup>, dem „Cluster Industrielle Biotechnologie“, soll in den nächsten Jahren insgesamt 84 exzellenten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus dem In- und Ausland die Promotion im engen Netzwerk zwischen Universität und Industrie ermöglicht werden. Die Finanzierung der auch finanziell attraktiven Stipendien erfolgt durch das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen sowie die beteiligten Universitäten. Zusammen mit den zusätzlich bereitgestellten Sachmitteln für Verbrauchsmaterial, Reisekosten und Fortbildungsveranstaltungen beträgt die Förderungsumme beachtliche 7,2 Millionen €. Dazu kommt die Unterstützung durch CLIB<sup>2021</sup>-assoziierte Industrieunternehmen, die zum Beispiel Praktikumsplätze bereitstellen. Insgesamt ist an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf bis 2011 die Vergabe von 28 Stipendien in den Bereichen „Biokatalyse“ und „Expression“ vorgesehen, wobei zusätzlich auch fremdfinanzierte Promotionsstudenten als Kollegiaten in den *Graduate Cluster* aufgenommen werden können.

Der *CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology* nahm im April 2009 die Arbeit auf. Die offizielle Auftaktveranstaltung mit Innovationsminister Prof. Dr. Pinkwart sowie den Rektoren der drei Partneruniversitäten Bielefeld (Prof. Dr. Timmermann), Dortmund (Prof. Dr. Gather) und Düsseldorf (Prof. Dr. Dr. Piper) und etlicher CLIB-Mitgliedsunternehmen fand am 2. Juli 2009 statt. CLIB<sup>2021</sup>, der NRW-basierte Cluster für industrielle Biotechnologie mit zentraler Koordinationsstelle in Düsseldorf, ist ein zukunftsorientiertes bundesweites Netzwerk aus kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs), Großindustrie und Forschungseinrichtungen.<sup>1</sup> CLIB<sup>2021</sup> ist Gewinner des im Jahre 2007 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ausgeschriebenen Wettbewerbs „BioIndustrie 2021“ und hat seine Kernkompetenz im Bereich der so genannten „weißen“ Biotechnologie.

---

<sup>1</sup> Vgl. Selbstdarstellung im Vorjahresband: Jaeger und Kircher (2008).

## Hintergrund

Die „weiße“ oder industrielle Biotechnologie wird als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts angesehen. Im Gegensatz zur „roten“ (medizinisch-pharmazeutischen) und „grünen“ (landwirtschaftlich-pflanzlichen) Biotechnologie beschäftigt sie sich mit der Verwendung von mikrobiellen Zellen und isolierten Enzymen zur Gewinnung von bekannten, aber auch von neuen Produkten.<sup>2</sup> Als zentrale und unverzichtbare Kompetenzfelder der industriellen Biotechnologie wurden die Bereiche Expression, PolyOmics, Enzymkatalyse und Aufarbeitung identifiziert, die auch zu den Kernkompetenzen der im *CLIB-Graduate Cluster* organisierten Universitäten Bielefeld, Dortmund und Düsseldorf gehören und derzeit zusätzlich durch die Einrichtung entsprechender NRW-geförderter Forschungs- und Technologieplattformen ausgebaut werden. Ziele des Gesamtkonzepts sind neben dem nachhaltigen Kompetenzaufbau auf Basis des naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Know-hows sowohl die Intensivierung der interdisziplinären Zusammenarbeit der Plattformen als auch die Verminderung von Fachkräftemangel am Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen. Die Stipendiaten und Kollegiaten des *CLIB-Graduate Clusters Industrial Biotechnology* bearbeiten wissenschaftliche Projekte mit klarem Bezug zu den Zielen von CLIB<sup>2021</sup>, die aufgrund ihres Grundlagencharakters und der umfassenden Ausbildungskomponente nicht durch das BMBF gefördert werden können, aber dennoch wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung industrieller biotechnologischer Prozesse liefern. Damit wird das strukturierte Promotionsprogramm des *CLIB-Graduate Clusters Industrial Biotechnology* eine exzellente interdisziplinäre Doktorandenausbildung an der Schnittstelle zwischen Hochschule und Industrie gewährleisten.

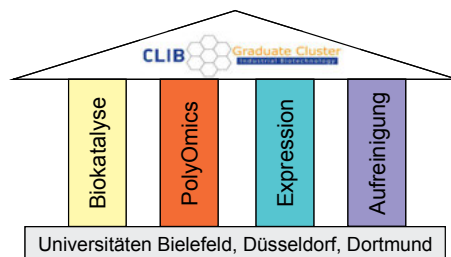


Abb. 1: Gesamtkonzept des *CLIB-Graduate Clusters Industrial Biotechnology*

## Die CLIB-Forschungsplattformen

Die moderne Biotechnologie und daher auch das Ausbildungsprogramm des *CLIB-Graduate Clusters* basieren auf den zentralen Technologien PolyOmics, Expression, Biokatalyse und Aufarbeitung (*Downstream Processing*). Diese vier nachfolgend näher beschriebenen Forschungsbereiche werden standortübergreifend an den drei beteiligten Universitäten angeboten, so dass jeweils die optimalen Bedingungen für die Bearbeitung der einzelnen wissenschaftlichen Fragestellungen erreicht werden. Gleichzeitig ist die Vernetzung innerhalb des Clusters unter anderem durch eine gemeinsame wissenschaftliche

<sup>2</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2008).

Leitung der verbundenen Technologieplattformen gegeben. An der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf werden im Zusammenspiel mit dem Forschungszentrum Jülich GmbH die Bereiche „Expression“ und „Biokatalyse“ (dieser Bereich außerdem auch an der Technischen Universität Dortmund) bearbeitet.

- *PolyOmics* (Leitung: Prof. A. Pühler, Bielefeld):

Unter PolyOmics fasst man die Methoden der Genom- und Postgenomforschung zusammen, die heute zu einer rationalen Entwicklung von Produktionsstämmen für die industrielle Biotechnologie genutzt werden. Auf Basis einer annotierten Genomsequenz können die Stoffwechselfvorgänge industriell relevanter Mikroorganismen rekonstruiert werden. Gezielt eingebrachte Mutationen erzeugen Produktionsstämme, deren Leistungsfähigkeit mittels funktioneller Genomforschung überprüft wird. Das Forschungsprogramm umfasst Methoden der Sequenzierung, Annotation, Omics-Analytik, Modellierung und Bioinformatik.

- *Expression* (Leitung: Prof. K.-E. Jaeger, Düsseldorf):

Die Produktion von Proteinen, zum Beispiel von Biokatalysatoren oder therapeutisch relevanten Antikörpern, ist eine Grundvoraussetzung der industriellen Biotechnologie und benötigt effiziente Expressionssysteme. Daher werden neue Vektorsysteme und Wirtsorganismen für die Überexpression, korrekte Faltung, Oberflächenexpression oder Sekretion neuer oder schwierig zu exprimierender Proteine entwickelt. Die Komplexität der Überexpression soll auf biochemischer, physiologischer und regulatorischer Ebene verstanden und mit mikro- und molekularbiologischen Methoden optimiert werden.

- *Biokatalyse* (Leitung: Prof. J. Pietruszka, Düsseldorf, und Prof. A. Schmid, Dortmund):

Die biotechnologische Produktion von hochwertigen Synthesebausteinen, wie zum Beispiel enantiomerenreinen oder selektiv funktionalisierten niedermolekularen Verbindungen, kann sowohl mit isolierten Enzymen, aber auch mit ganzen Zellen erfolgen. Die Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz eines solchen Biokatalysators sind gute Zugänglichkeit des Substrates, eine zuverlässige, schnelle Produktanalytik und vor allem ein vertieftes Verständnis des Gesamtprozesses. Dabei werden Methoden der chemischen Analytik, Hochdurchsatzscreening, Synthese und Molekularbiologie angewandt.

- *Aufarbeitung* (Leitung: Prof. G. Schembecker, Dortmund):

Die Produktgewinnung bei biotechnologischen Prozessen kann bis zu 80 Prozent der gesamten Herstellkosten verursachen und ist demnach von entscheidender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit. Daher soll ein Werkzeugkasten für den Entwurf und die Optimierung der Aufbereitungsverfahren entwickelt werden. Hauptziele sind vorher-sagende Berechnungen und zuverlässige Maßstabsvergrößerungen. Die Forschungsprojekte beinhalten verschiedene Aufarbeitungstechniken (Extraktion, Chromatografie, Kristallisation) und Prozesssimulationen.

## Die Struktur des *CLIB-Graduate Clusters*

Der Anspruch ist hoch: Doktoranden des *CLIB-Graduate Clusters Industrial Biotechnology* sollen innerhalb des in der Regel 39-monatigen Promotionsprogramms sowohl Einblicke in alle vier oben aufgeführten fundamentalen Kernthemen der modernen Biotechnologie erhalten als auch erste direkte Kontakte zu Industrieunternehmen – und damit potenziellen späteren Arbeitgebern – knüpfen. Die Breite und Intensität der Ausbildung an der Schnittstelle von Universität und Industrie wird durch die Kooperation der Universitäten Bielefeld, Dortmund und Düsseldorf untereinander und innerhalb des CLIB<sup>2021</sup>-Netzwerkes erreicht. Neben einer zentralen Koordinationsstelle bei CLIB<sup>2021</sup> und einem zentralen Vorstand aller drei Universitäten besitzt jede Universität ein eigenes Gremium aus so genannten Kerngruppen und assoziierten Gruppen sowie eine lokale Koordinatorin als Ansprechpartnerin für die Studierenden und Projektleiter. Tabelle 1 verdeutlicht die Organisationsstruktur und Zuordnung der aktuellen Stipendiaten im *CLIB-Graduate Cluster* an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Hervorzuheben sind die Kooperation dreier wissenschaftlicher Einrichtungen (Biologie, Chemie, Pharmazie) und die Einbindung des Helmholtz-Forschungszentrums Jülich als jahrelang bewährtem Forschungs- und Ausbildungspartner. Die Kerngruppen der Heinrich-Heine-Universität und des Forschungszentrums Jülich repräsentieren die Technologieplattformen „Expression“ und „Biokatalyse“.

### zentrale Ansprechpartner:

Sprecher:	Prof. Jörg Pietruszka
Stellvertreter:	Prof. Karl-Erich Jaeger
Wiss. Support:	Dr. Sonja Meyer zu Berstenhorst

### Kerngruppen:

Institut	Arbeitsgruppe	Stipendiat(in)
Biochemie	Prof. L. Schmitt	Christian Schwarz
Bioorganische Chemie	Prof. J. Pietruszka	Irene Kullartz Katharina Neufeld Melanie Schölzel
Biotechnologie-1 (FZ Jülich)	Prof. M. Bott	Markus Spelberg
Biotechnologie-2 (FZ Jülich)	Prof. W. Wiechert	Torsten Sehl
Molekulare Enzymtechnologie	Prof. K.-E. Jaeger	Anita Loeschcke Stephan Thies
Molekulare Mykologie	Prof. J. Ernst	Isabel Eichhof
Organische Chemie	Prof. T. J. J. Müller	Marco Teiber
Pharmazeutische und medizinische Chemie	Prof. J. Jose	Stephanie Schumacher

Tab. 1: Organisationsstruktur des *CLIB-Graduate Clusters* an der Heinrich-Heine-Universität

Details zu den Kerngruppen der Heinrich-Heine-Universität sowie der Partneruniversitäten Dortmund und Bielefeld sind auf den lokalen Internetseiten abrufbar.<sup>3</sup> Eine Übersicht über das Gesamtkonzept und die zentrale Koordination durch CLIB<sup>2021</sup> findet sich auf der gemeinsamen Homepage.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Siehe zum Beispiel <http://www.iboc.uni-duesseldorf.de/CLIB/CLIB&topframenavigation.htm> (25.11.2009).

<sup>4</sup> Siehe <http://www.graduatecluster.net> (25.11.2009).



## Die aktuell bearbeiteten Projekte

In den Jahren 2009 bis 2014 sollen insgesamt 28 stipendiengeförderte Doktorarbeiten an der Heinrich-Heine-Universität angefertigt werden. Zusätzlich können fremdfinanzierte Kollegiaten aufgenommen werden. Aktuell gibt es elf Stipendiatenprojekte an der Heinrich-Heine-Universität mit den offiziellen Startdaten Mai, Oktober und November 2009. Zusammen mit den Stipendiaten und Kollegiaten der Partneruniversitäten Bielefeld und Dortmund vereint der *Graduate Cluster* spätestens ab Januar 2010 insgesamt 36 Forschungsprojekte im vielfältigen Netzwerk der industriellen Biotechnologie. Eine Darstellung aller Projektthemen des Clusters würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, so dass hier nur die aktuellen Düsseldorfer Themen in Kurzform erwähnt werden. Weitere Details sowie Informationen zu den Projekten der Partneruniversitäten enthält die Rubrik „*current projects*“ der gemeinsamen Homepage <http://www.graduatecluster.net>.

### Projekt „FbFP als ein Reporter der Genexpression“ (Stipendiatin Isabel Eichhof):

Bei der Kontrolle und Optimierung der Proteinexpression spielen Reporterproteine eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zum bekannten grün-fluoreszierenden Reporterprotein GFP benötigt die Fluoreszenz des Flavinmononucleotid-basierten Fluoreszenzproteins FbFP keinen Sauerstoff. FbFP kann daher als *In-vivo*-Reporter bei hypoxischer Genexpression sowie für sauerstoffarme Screeningsysteme verwendet werden. Vor kurzem konnte die bei Bakterien bekannte FbFP-Aktivität auch in Eukaryoten gezeigt werden.<sup>5</sup> Nun gilt es, die FbFP-Expressionstechnologie zu verbessern und neue Screeningsysteme zu etablieren.

### Projekt „Sterisch anspruchsvolle Tetrahydropyrane“ (Stipendiatin Irene Kullartz):

Naturstoffe mit attraktiven physiologischen Eigenschaften sind von jeher von großem Interesse. Mehrere cytotoxische Verbindungen konnten aus marinen Organismen isoliert werden, zum Beispiel die Naturstoffklassen der Bryostatine und Pederine. Eine wichtige Substruktur ist die zentrale Tetrahydropyran-Einheit (THP). Die effiziente Herstellung des Schlüsselbausteins soll mittels chemo-enzymatischer Methoden unter Anwendung von Aldolasen erreicht werden.<sup>6</sup> Dafür ist eine Optimierung des Biokatalysators durch gerichtete Evolution geplant.

### Projekt „Coexpression mit Hilfe des IVAC-Systems“ (Stipendiatin Anita Loeschcke):

Mikroorganismen enthalten eine immense Vielfalt von Biokatalysatoren, die für verschiedene biotechnologische Prozesse verwendet werden können. Beispielsweise werden hochwertige Naturstoffe oder Sekundärmetabolite in biokatalytischen Mehrschrittprozessen synthetisiert, wobei die entsprechenden Gene Regionen beträchtlicher Größe auf dem Bakterienchromosom einnehmen. Solche Gencluster können mit konventionellen Expressionssystemen in der Regel nicht exprimiert werden. Ein zu diesem Zweck neu entwickeltes so

<sup>5</sup> Vgl. Tielker *et al.* (2009).

<sup>6</sup> Zur Übersicht: Bolt *et al.* (2008).

genanntes „*in vivo auto cloning and expression system*“ (IVAC)<sup>7</sup> soll deshalb für verschiedene Bakterien getestet und optimiert werden.

### **Projekt „Hochsubstituierte Phenole“ (Stipendiatin Katharina Neufeld):**

Hochsubstituierte Phenole sind zentrale Bausteine für die Wirkstoffforschung, wobei gängigerweise die Alkoholfunktion bereits im Startmaterial vorhanden ist. In diesem Projekt soll eine neue Strategie – die späte Funktionalisierung durch Enzyme – untersucht werden. Als Biokatalysatoren kommen hierfür Monooxygenasen in Frage, die trotz ihres großen synthetischen Potenzials bisher kaum in industriellen Prozessen angewandt werden. Der Grund dafür sind offensichtliche Flaschenhälse wie zum Beispiel die geringe Stabilität und Aktivität sowie die Notwendigkeit kostspieliger Cofaktoren. Mit Hilfe neuartiger Screeningsysteme<sup>8</sup> sollen daher industriell geeignetere Monooxygenasen zur Herstellung hochsubstituierter Phenole identifiziert werden.

### **Projekt „Enzymscreening mit Fluoreszenzsonden“ (Stipendiatin Melanie Schölzel):**

In der organischen Synthese gewinnen Enzyme als Biokatalysatoren aufgrund ihrer hohen Chemo-, Regio-, Diastereo- und Enantioselektivität an Bedeutung. Dazu kommen die Vorteile der Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit, weshalb die chemische Industrie neue Enzyme oder die Verbesserung bekannter Enzyme fordert. Ein besonderer Fokus sind dabei Enzyme zur Katalyse C-C-Brücken bildender Reaktionen und Oxidoreduktasen. Ein neues Hochdurchsatzscreening mit Fluoreszenzsonden<sup>9</sup> soll die einfache und effiziente Analyse der Aktivität und Selektivität von Enzymen ermöglichen.

### **Projekt „Autodisplay von P450 Enzymen“ (Stipendiatin Stephanie Schumacher):**

Die vor circa 50 Jahren entdeckten, ubiquitär vorkommenden Cytochrom P450 Enzyme sind hochkomplex und zeigen eine große Bandbreite enzymatischer Reaktionen. Als Oxidoreduktasen sind sie im Körper am Stoffabbau (zum Beispiel Antibiotika) und Biosynthesen (zum Beispiel Steroide) beteiligt. Die biotechnologische Anwendung wird durch die schwere Handhabung begrenzt, da die meisten P450 Enzyme einen Membrankontakt oder spezifische Umgebungsparameter zur Faltung in die aktive Form benötigen. Bei der alternativen Ganzzell-Biotransformation ist die Aufnahme des Substrates über die Zellmembran(en) problematisch. Ein neuer Ansatz ist das Autodisplay-System, ein Sekretionsverfahren, mit dem Passagierproteine auf der Oberfläche Gram-negativer Bakterien präsentiert werden.<sup>10</sup> Die Methode soll für industriell anwendbare, aktive P450 Enzyme auf der Oberfläche von *E. coli* untersucht werden.

---

<sup>7</sup> Patent Drepper *et al.* (2009).

<sup>8</sup> Vgl. Tee und Schwaneberg (2007).

<sup>9</sup> Vgl. Reymond (2009).

<sup>10</sup> Vgl. Jose und Meyer (2007).

### **Projekt „Typ I Sekretionssubstrate“ (Stipendiat Christian Schwarz):**

Die Sekretion (lat. „Absonderung“) heterologer Proteine in den zellulären Überstand (Kulturmedium) vereint die Vorteile einer vereinfachten Aufreinigung und des Abtransportes potenziell toxischer oder aggregierender Proteine aus der Zelle. Gram-negative Bakterien wie *E. coli* verwenden Typ I Sekretionssysteme für die Ein-Schritt-Translokation einer großen Anzahl an Toxinen, Lipasen und anderer eventuell problematischer Proteine. Das Paradebeispiel dieses Transportwegs ist der Hämolyysin A (HlyA) Sekretionsapparat, bei dem drei Komponenten einen durchgehenden Kanal für das durch eine Signalsequenz gekennzeichnete Substratprotein bilden.<sup>11</sup> Theoretisch sollte der Transport verschiedenster Fusionsproteine mit einem Typ I Sekretionssignal möglich sein. Praktisch ist die Entwicklung einer rationellen Strategie anstelle der bisherigen „Versuch-und-Irrtum“-Methode notwendig.

### **Projekt „Chirale Aminoalkohole“ (Stipendiat Torsten Sehl):**

Chirale 2-Hydroxyketone sind vielseitige Bausteine bioorganischer Synthesen und Bestandteil von Hilfs- und Wirkstoffen. Für den Einsatz einer Bandbreite enantiokomplementärer 2-Hydroxyketone wird eine Werkzeugkiste mit Thiamindiphosphat (ThDP)-abhängigen Enzymen aufgebaut.<sup>12</sup> Damit sollen Biokatalysatoren für Folgereaktionen aromatischer 2-Hydroxyketone identifiziert und charakterisiert werden. Den Schwerpunkt bilden  $\omega$ -Transaminasen zur Herstellung chiraler Aminoalkohole.

### **Projekt „Mikrobielle Produktion polymerer Precursor“ (Stipendiat Markus Spelberg):**

Seit einigen Jahren nimmt das Interesse der chemischen Industrie an der mikrobiellen Herstellung von Massenprodukten und Feinchemikalien aus nachwachsenden Kohlenstoffquellen zu. Neben der Ausnutzung natürlich vorkommender Stoffwechselwege und Enzyme bietet die Etablierung nicht-natürlicher biosynthetischer *Pathways* neue Möglichkeiten zur Konstruktion mikrobieller Produktionsstämme. Diese Möglichkeiten sollen zur Etablierung eines neuen synthetischen Stoffwechselweges zur Herstellung polymerer Precursor (Vorstufen) in *Corynebacterium glutamicum* genutzt werden, einem gängigen „Arbeitsstier“ der industriellen Biotechnologie.<sup>13</sup>

### **Projekt „Oligo- und Poly-Terthiophene“ (Stipendiat Marco Teiber):**

Oligomere und polymere  $\pi$ -konjugierte Moleküle als organische Halbleiter gewinnen zunehmend an Bedeutung, zum Beispiel für die Anwendung in organischen Leuchtdioden.<sup>14</sup> Bei der Herstellung dieser Moleküle müssen sowohl die molekularen Eigenschaften als

<sup>11</sup> Vgl. Holland *et al.* (2005).

<sup>12</sup> Vgl. Knoll *et al.* (2006): Beispielenzyme einer möglichen Werkzeugkiste.

<sup>13</sup> Vgl. Wendisch *et al.* (2006).

<sup>14</sup> Vgl. zum Beispiel Fréchet (2005).

auch die 3-D-Superstruktur und Materialeigenschaften des Endproduktes genau kontrolliert werden. Dafür sind milde Synthesebedingungen mit einem Minimum an Nebenprodukten notwendig.<sup>15</sup> Lipasen können die milde Oligo- und Polymerisierung von  $\omega$ -Hydroxysäuren durch enzymatische Katalyse unterstützen. Das Ziel ist die Herstellung und elektronische Charakterisierung konjugierter Terthiophene.

### **Projekt „Sekundärmetabolite als Biotenside“ (Stipendiat Stephan Thies):**

Tenside sind oberflächenaktive Substanzen mit Anwendungen in vielen verschiedenen industriellen Reinigungs- und Emulsionsprozessen sowie auch als Detergenzien in Spül- oder Waschmitteln zum Entfernen von Fetten. Der Bedarf an umweltfreundlichen Tensiden mit biologischem Ursprung steigt. So genannte Biotenside werden von vielen Mikroorganismen als Sekundärmetabolite, also nicht-essenzielle Stoffwechselprodukte, gebildet. Die Suche nach neuen Substanzen durch klassisches Screening von Stammsammlungen „übersieht“ das biologische Potenzial nicht kultivierbarer Organismen.<sup>16</sup> Daher sollen übergreifende Metagenom-Bibliotheken mit der Gesamt-DNA verschiedener Standorte hergestellt werden, die höchstwahrscheinlich Biotenside produzierende Organismen enthalten, wie zum Beispiel ölverseuchter Sand. Diese neuen Bibliotheken sollen die Produktion und Charakterisierung neuer Biotenside ermöglichen.

### **Das Studienprogramm**

Analog zu anderen Forschungsschulen und Graduiertenkollegs bietet der *CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology* motivierten Nachwuchswissenschaftlern eine exzellente und strukturierte Doktorandenausbildung mit einer Doppelbetreuung durch international anerkannte Projektleiter aus sich thematisch ergänzenden Arbeitsgruppen. Die forschungsbezogene Ausbildung wird durch Vorlesungen, Seminare, Praktika und wissenschaftliche Kolloquien nach einem *Credit-Point*-Verfahren gewährleistet und durch Workshops zur Förderung von Schlüsselkompetenzen (zum Beispiel *Soft Skills* und *Innovationsmanagement*) abgerundet. Die herausragende Besonderheit ist die interdisziplinäre, universitätsübergreifende Zusammenarbeit und die enge Vernetzung innerhalb von CLIB<sup>2021</sup>. Für einen industrieorientierten Blick „über den Tellerrand“ finden jährliche Klausurtagungen mit Vertretern von CLIB<sup>2021</sup>-Mitgliedsunternehmen statt. Außerdem ist im dritten Studienjahr ein dreimonatiges Fachpraktikum in einem Unternehmen der Biotechnologiebranche (typischerweise einem CLIB<sup>2021</sup>-Mitgliedsunternehmen) geplant. Die Kooperation der drei Universitäten innerhalb der vier Forschungsplattformen ergibt ein sehr vielfältiges Netzwerk bestehend aus den drei Fachbereichen Biologie, Chemie und Pharmazie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, dem Centrum für Biotechnologie (CeBiTec) der Universität Bielefeld und der Fakultät für Bio- und Chemieingenieurwesen der Technischen Universität Dortmund. Spezielle Block-Lehrveranstaltungen (so genannte *Summer Schools*) mit Gastvorträgen, Theorie- und Praxisausbildung ermöglichen den Promotionsstudierenden das Verständnis der Projekte und Methoden außerhalb ihres eigenen Themen-

---

<sup>15</sup> Vgl. Müller und D'Souza (2008).

<sup>16</sup> Vgl. Maier (2003).

gebietes und vermitteln Einblicke zum neusten Stand der Technik. Das innovative Ausbildungskonzept ermöglicht insgesamt eine standortübergreifende Verbundausbildung durch Universitäten und Biotechnologieunternehmen und damit einen direkten Know-how- und Personal-Transfer zwischen der Hochschule und der Industrie.

Zusammengefasst ist der *CLIB-Graduate Cluster Industrial Biotechnology* ein vielversprechender Ansatz zur nachhaltigen Gewährleistung der führenden Rolle von Nordrhein-Westfalen in der Biotechnologie und unterstützt damit die Bestrebungen der Landesregierung zum Ausbau Nordrhein-Westfalens als Innovationsland Nummer 1 in Deutschland.

## Literatur

- BOLT, A., A. BERRY und A. NELSON (2008). „Directed evolution of aldolases for exploitation in synthetic organic chemistry“, *Archives of Biochemistry and Biophysics* 474, 318–330.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (2008). *Weißer Biotechnologie – Chancen für neue Produkte und umweltschonende Prozesse*. Bonn. [http://www.bmbf.de/pub/weisse\\_biotechnologie.pdf](http://www.bmbf.de/pub/weisse_biotechnologie.pdf) (05.11.2009).
- DREPPER, T., K.-E. JAEGER, A. MARKERT, F. ROSENAU und S. WILHELM (2009). „Cloning, integration and expression of a gene cluster comprises using gene cassettes comprising sequences that mediate the transfer, integration and expression of a flanked nucleic acid“, Patent DE102007048134-A1. <http://www.patent-de.com/pdf/DE102007048134A1.pdf> (05.11.2009).
- FRÉCHET, J. M. J. (2005). „Functional polymers: from plastic electronics to polymer-assisted therapeutics“, *Progress in Polymer Science* 30(8–9), 844–857.
- HOLLAND, I. B., L. SCHMITT und J. YOUNG (2005). „Type 1 protein secretion in bacteria, the ABC-transporter dependent pathway“, *Molecular Membrane Biology* 22(1–2), 29–39. Review.
- JAEGER, K.-E. und M. KIRCHER (2008). „Der Cluster für Industrielle Biotechnologie – CLIB<sup>2021</sup>“, in: A. LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 601–608.
- JOSE, J. und T. F. MEYER (2007). „The autodisplay story – from discovery to biotechnical and biomedical applications“, *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 71, 600–619. Review.
- KNOLL, M., M. MÜLLER, J. PLEISS und M. POHL (2006). „Factors mediating activity, selectivity, and substrate specificity for the thiamin diphosphate-dependent enzymes benzaldehyde lyase and benzoylformate decarboxylase“, *ChemBioChem* 7(12), 1928–1934.
- MAIER, R. M. (2003). „Biosurfactants: evolution and diversity in bacteria“, *Advances in Applied Microbiology* 52, 101–121. Review.
- MÜLLER, T. J. J. und D. M. D’SOUZA (2008). „Diversity-oriented syntheses of functional  $\pi$ -systems by multicomponent and domino reactions“, *Pure and Applied Chemistry* 80, 609–620.
- REYMOND, J. L. (2009). „Colorimetric and fluorescence-based screening“, in: S. LÜTZ und U. T. BORNSCHEUER (Hrsg.). *Protein Engineering Handbook*. Bd. 2. Weinheim, 669–711.
- TEE, L. K. und U. SCHWANEBERG (2007). „Directed evolution of oxygenases: screening systems, success stories and challenges“, *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening* 10(3), 197–217.
- TIELKER, D., I. EICHHOF, K.-E. JAEGER und J. F. ERNST (2009). „Flavin mononucleotide-based fluorescent protein as an oxygen-independent reporter in *Candida albicans* and *Saccharomyces cerevisiae*“, *Eukaryotic Cell* 8(6), 913–915.
- WENDISCH, V. F., M. BOTT und B. J. EIKMANN (2006). „Metabolic engineering of *Escherichia coli* and *Corynebacterium glutamicum* for biotechnological production of organic acids and amino acids“, *Current Opinion in Microbiology* 9(3), 268–274. Review.



**JOHANNES H. HEGEMANN und CHRISTIAN DUMPITAK**

## **Strukturierte Promotionsförderung in der Infektionsforschung durch die Manchot Graduiertenschule „Molecules of Infection“**



**MOI**  
MOLEKÜLE DER INFEKTION  
MANCHOT GRADUIERTENSCHULE

### **Hintergrund**

Die infektionsmedizinische und infektionsbiologische Forschung hat sich an der Heinrich-Heine-Universität in den letzten Jahren zu einem wichtigen Forschungsschwerpunkt entwickelt und erfährt vielfältige Förderung auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene. Das jüngste Glied in einer Reihe strukturierter Fördermaßnahmen im Bereich der Infektionsforschung stellt die Manchot Graduiertenschule dar, die im Sommer 2009 bewilligt wurde und zum Oktober 2009 ihre Arbeit aufnehmen wird. Die Manchot Graduiertenschule „Molecules of Infection“ (GS MOI) kombiniert ausgewählte infektionsrelevante Forschungsprojekte mit einer neuartigen, strukturierten Ausbildung der daran beteiligten Doktoranden. Die GS MOI komplementiert somit strukturierte Fördermaßnahmen wie die DFG-Forschergruppe 729 (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer) mit einer Graduiertenschule, die ihren Fokus neben exzellenter Infektionsforschung auf eine umfassende Ausbildung der Doktoranden dieses Forschungsgebietes legt. Realisiert werden konnte die Graduiertenschule durch die großartige Unterstützung der Jürgen Manchot Stiftung, die sich der Förderung der Infektionsforschung an der Heinrich-Heine-Universität in besonderer Weise verpflichtet fühlt.

Ab Oktober 2009 bietet die GS MOI herausragenden und vielversprechenden Promotionsstudierenden eine exzellente wissenschaftliche Qualifizierung, zahlreiche interdisziplinäre Forschungsprojekte, eine umfassende Ausbildung in Theorie und Praxis infektionsbiologischer und infektionsmedizinischer Methoden sowie ein innovatives und weiterqualifizierendes Lehrprogramm in wichtigen Schlüsselqualifikationen. Die Finanzierung der Promotionsstudien wird dabei durch hochdotierte Promotionsstipendien und Zuschüsse zu Forschungsmitteln und zu Reisekosten gewährleistet. Die GS MOI wird neben den Stipendiaten der Graduiertenschule auch Promovierende der anderen strukturierten Fördermaßnahmen zur Infektionsforschung an der Heinrich-Heine-Universität als Kollegiaten aufnehmen. Hierdurch wird die gesamte Infektionsforschung am Standort Düsseldorf vom innovativen Ausbildungskonzept der GS MOI profitieren. Eine Besonderheit ist auch die fakultätsübergreifende Struktur der GS MOI, in der sich sechs Kolleginnen und Kollegen aus der Grundlagenforschung (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät) und sechs Kolleginnen und Kollegen aus der Medizinischen Fakultät sowie eine Kollegin aus dem Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH zusammengeschlossen haben. Dies stellt für die Stipendiaten und Kollegiaten eine

einmalige Möglichkeit dar, Infektionsforschung in seiner ganzen Bandbreite am interdisziplinären Schnittpunkt der Naturwissenschaften und der Medizin zu erlernen.

## Warum benötigen wir eine Infektionsforschung?

Auch heute sind Infektionen eine der häufigsten Todesursachen weltweit. Parallel dazu verlieren Antibiotika und andere Medikamente ihre Wirkung, weil die Erreger „gelernt“ haben, sich daran anzupassen und Resistenzen zu entwickeln. Das Auftauchen neuer Krankheiten und neuer Erregervarianten (zum Beispiel BSE, SARS, Vogelgrippe, amerikanische Schweinegrippe) dokumentiert die Flexibilität und Kreativität der Natur bei diesen Prozessen. Auch kann man ein Wiedererstarken von Infektionskrankheiten beobachten: Die immer weiter zunehmende Globalisierung erhöht den Kontakt zwischen Menschen verschiedener Länder und Kontinente und damit das Risiko eines Kontaktes mit bisher nur endemisch relevanten Krankheitserregern. Auch die Armut in vielen Teilen der Erde trägt ihren Teil dazu bei. So schätzt die Weltgesundheitsorganisation, dass 45 Prozent aller Krankheitsfälle in den Entwicklungsländern entscheidend durch Armut mit ausgelöst werden, wovon ein Drittel Infektionskrankheiten sind. In Summe fördern all diese Faktoren die Ausbreitung von pathogenen Bakterien, Viren, Pilzen und Parasiten. Insbesondere vor dem Hintergrund einer rasant zunehmenden Antibiotikaresistenz verschiedener Erreger erscheint die Entwicklung neuer antimikrobieller Wirkstoffe mehr als zwingend notwendig.

Neben den akuten Risiken einer Infektion gibt es jedoch noch weitere Folgen für infizierte Menschen. So droht bei vielen chronischen viralen, bakteriellen oder parasitären Infektionen als Spätfolge die Entwicklung von Krebs. Etwa 20 Prozent aller Krebserkrankungen weltweit sind durch Infektionen bedingt. Die weltweit erste Entdeckung des Zusammenhangs einer Virusinfektion mit Krebs wurde im Jahr 2008 mit dem Nobelpreis für Prof. zur Hausen (Universität Heidelberg) gewürdigt, der Papillomaviren als Auslöser des Gebärmutterhalskrebses identifizierte. Diese Erkenntnisse führten in der Folge zur Einführung einer von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfung gegen Papillomaviren. Auch bei anderen Viren wurden solche Zusammenhänge aufgedeckt. So kann die Impfung gegen das Hepatitis-B-Virus das Risiko der Entstehung von Leberkrebs reduzieren, und die HIV-Infektion gilt als großer, aber zurzeit molekular noch unvollständig verstandener Risikofaktor für die Tumorentwicklung. Auch bakterielle Infektionen wurden bereits als Krebsauslöser identifiziert. So wurde *Helicobacter pylori*, eines der weltweit verbreitetsten bakteriellen Pathogene, als ursächlicher Auslöser für Magenkrebs identifiziert. Andere Bakterien wie die Chlamydien werden als Koauslöser des Zervixkarzinoms diskutiert. Zusammenfassend muss man jedoch feststellen, dass der Beitrag vieler Pathogene zur Krebsentwicklung vollkommen ungeklärt ist. Ein molekulares Verständnis der Mechanismen mikrobiell induzierter chronischer Entzündungen und damit verbundener Karzinogenese ist essenziell, da es die Möglichkeit eröffnet, vorbeugende Therapieansätze zu entwickeln. Nicht zuletzt aus diesem Grund rückt die Entwicklung von Impfstoffen gegen Erreger wie HIV, CMV oder Chlamydien aktuell immer stärker in den Fokus der heutigen Erregerforschung.

Viele Pathogene weisen außerdem eine extrem hohe Prävalenz in der Bevölkerung auf, was aufgrund ihrer Fähigkeit zur Persistenz, zur Etablierung von Zweitinfektionen und



der Beziehung zu Krebs von erheblicher Bedeutung für die Volksgesundheit ist. So sind beispielsweise weltweit 33 Millionen Menschen HIV-infiziert, zwei Millionen Menschen sterben weltweit jährlich an AIDS und circa 2,7 Millionen Neuinfizierte kommen jährlich hinzu.<sup>1</sup> Für bestimmte Herpesviren wie das Cytomegalovirus beträgt die Durchseuchung der Bevölkerung 50 Prozent und ist begleitet von einer lebenslangen Persistenz des Erregers in den Infizierten. Auch Bakterien wie Chlamydien weisen beträchtliche Infektionsraten auf: Über 90 Millionen Neuinfektionen werden weltweit für *Chlamydia trachomatis* gefunden, die unbehandelt zur Erblindung führen. Zwischen 50 und 80 Prozent der erwachsenen Bevölkerung wurden zumindest einmal in ihrem Leben durch *Chlamydia pneumoniae* infiziert, was zur Entstehung schwerer Pneumonien führen und mit der Entwicklung von Arteriosklerose assoziiert sein kann. Auch eukaryotische Parasiten wie Toxoplasmen erreichen Durchseuchungsraten von 50 Prozent und mehr. Pilzinfektionen betreffen ebenfalls weite Kreise der Bevölkerung und können von oberflächlichen Rachenraum- oder Hautinfektionen bis hin zu systemischen, lebensbedrohenden Mykosen führen. So werden circa 70 Prozent aller Krankenhausinfektionen mit Pilzen durch *Candida spp.* und 20 Prozent von *Aspergillus spp.* verursacht, und die prophylaktische Gabe von Antimycotika führt zur Selektion resistenter Stämme unter der kommensalen Pilzflora.

Vor diesem Hintergrund ist es daher zwingend notwendig, die Pathogenitätsmechanismen relevanter Viren und prokaryotischer sowie eukaryotischer Erreger tiefgreifender zu verstehen, um so Ansätze zu ihrer Bekämpfung und letztendlich Möglichkeiten zur Impfprävention zu entwickeln. Im Zentrum der aktuellen Forschung muss also die Entschlüsselung essenzieller Infektionsmechanismen der Pathogenen selbst stehen. Andererseits muss man auch die Mechanismen aufklären, die nach einer Infektion in einer menschlichen Zelle, einem Organ oder dem ganzen Organismus induziert werden und die von der Induktion des Zelltods der infizierten Zelle bis zum Aufbau einer stabilen Immunantwort des befallenen Systems reichen. Besondere Aufmerksamkeit wird man auch der Erforschung der intensiven molekularen Interaktion zwischen Erreger und infizierter Wirtszelle schenken, die für eine erfolgreiche Etablierung der Infektion von entscheidender Bedeutung ist.

Die GS MOI widmet sich daher der Erforschung molekularer Mechanismen der Infektion durch Viren, Bakterien und Parasiten/Pilze. Die individuellen Teilprojekte werden im Folgenden in gebotener Kürze dargestellt.

## **Die GS-MOI-Forschungsschwerpunkte: Von der Struktur infektionsrelevanter Moleküle bis zur Analyse der Immunantwort nach einer Infektion**

Die Entschlüsselung molekularer Prozesse einer Infektion und der daran beteiligten Strukturen ist die Grundvoraussetzung für die Entwicklung von Interventionsstrategien. In vielen Fällen hat erst die Aufklärung der Raumstruktur eines für die Infektion wichtigen Proteins Ansatzpunkte für dessen Inaktivierung geliefert, um so das Wachstum des Erregers respektive die Infektion selbst zu hemmen. Basierend auf diesen Ansatz konzentriert sich die GS MOI auf die funktionelle Charakterisierung wichtiger Moleküle, die für die Infektion und Pathogenität von Viren, Bakterien, Parasiten und Pilzen essenziell sind.

---

<sup>1</sup> Vgl. Joint United Nations Programme on HIV/AIDS (2008).

Im Rahmen der GS MOI beschäftigen sich im *Themengebiet 1* („Aspekte der HIV-1-Infektion“) insgesamt drei Arbeitsgruppen mit den Wirkmechanismen der HIV-Infektion. Das HI-Virus trägt als Retrovirus einzelsträngige RNA als Genominformation, die nach reverser Transkription als DNA-Genom in die humane Erbinformation eingebaut wird. Die hieraus resultierende Boten-RNA (mRNA) dient einerseits, nach extensiver Prozessierung (Spleißen), als Template für die Proteinbiosynthese viraler Proteine, andererseits in ihrer unprozessierten Form als neues virales Genom, das in die neuen Virushüllproteine verpackt wird.

Das *Projekt P1 (Schaal)* hat die Zielsetzung, die Wirkungsweise von Proteinen der Wirtszelle aufzuklären, die den komplexen Spleißvorgang regulieren und somit die Balance schaffen zwischen der Reifung zu translationsfähigen mRNAs einerseits und dem Vollängen-RNA-Genom andererseits.

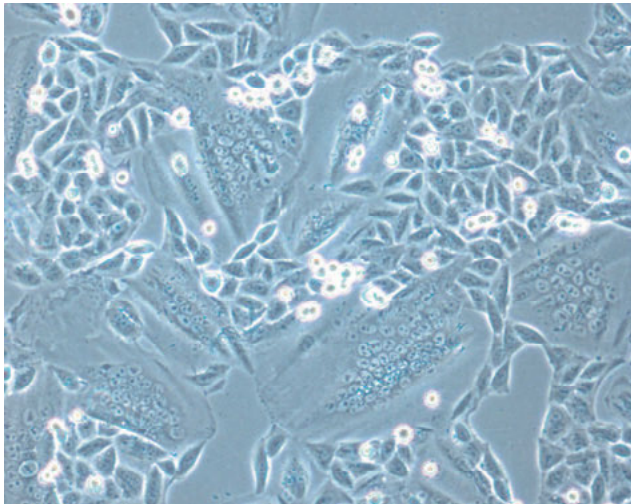


Abb. 1: Die Expression des HIV-1-Glykoproteins auf der Zelloberfläche der Wirtszellen führt zu einer Membranfusion benachbarter Zellen. Hierdurch kommt es zur Ausbildung mehrkerniger Riesenzellen, die unter dem Lichtmikroskop leicht zu erkennen sind. (Abb. von Prof. Dr. Heiner Schaal, Institut für Virologie)

Im *Projekt P2 (Münk)* soll das Vorkommen und das antivirale Potenzial des humanen Proteins APOBEC3 (A3) als therapeutisches Agens gegen eine HIV-1-Infektion studiert werden. Normalerweise hat das wirtszelleigene A3-Protein eine antivirale Wirkung. Die Bindung des viralen Proteins Vif an das A3-Protein führt jedoch im Verlauf der HIV-Infektion dazu, dass dieses durch die wirtszelleigene Proteinqualitätskontrollmaschinerie abgebaut und so seine antivirale Aktivität ausgeschaltet wird.

Das *Projekt P3 (Willbold)* untersucht die molekularen Wechselwirkungen des viralen Nef-Proteins mit Molekülen neuronaler Zellen. Das Nef-Protein spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der HIV-assoziierten Demenz, die nach primärer Infektion der Immunzellen und Überwindung der Blut-Hirn-Schranke durch HIV-1 ausgelöst werden kann.

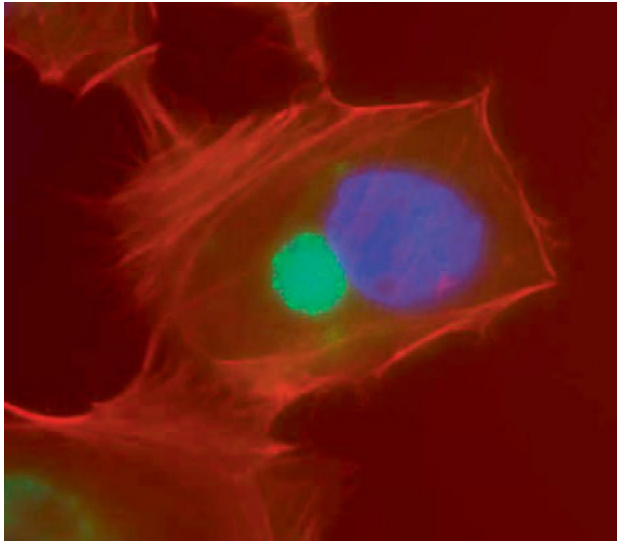


Abb. 2: Infektion der Atemwege (Pneumonie) durch *Chlamydia pneumoniae*. Die Bakterien vermehren sich ausschließlich in Säugerzellen; blau dargestellt die DNA im Zellkern der Wirtszelle, rot die Zytoskelettkomponente Aktin und grün ein chlamydienspezifisches Oberflächenprotein. (Abb. von Univ.-Prof. Dr. Johannes H. Hegemann, Institut für Funktionelle Genomforschung der Mikroorganismen)

Von vielen Pathogenen ist bekannt, dass sie unterschiedliche humane Zelltypen infizieren können. So konnte für Chlamydien gezeigt werden, dass sie sowohl in epitheliale wie auch in endotheliale Zellen eindringen. Hierbei nutzen die Erreger verschiedene Eintrittspforten; das heißt, sie präsentieren unterschiedliche Oberflächenproteine (Adhäsine), mit denen sie an spezifische Oberflächenstrukturen (Rezeptoren) der humanen Zelle andocken. Die Adhäsine aller Erreger stellen somit ein wichtiges Zielmolekül für Interventionsstrategien dar, denn die Verhinderung der Bindung eines Erregers an die Wirtszelle stoppt jeden möglichen Infektionsprozess. Nach der Adhäsion des Erregers an die Wirtszelle können die Pathogene zur Etablierung der Infektion Effektorproteine in die Wirtszelle einschleusen, um diese an die Bedürfnisse des Pathogens anzupassen. Eine spezielle Klasse bakterieller Effektorproteine mit Wirkung auf die Humanzelle sind so genannte Toxine. Die molekulare Funktionsweise dieser Toxine ist häufig unklar und ihre Rolle im Infektionsprozess unverstanden. In der GS MOI beschäftigen sich im *Themengebiet 2* („Wirkung bakterieller Proteine“) zwei Arbeitsgruppen mit der Aufklärung der Interaktionsmechanismen von Adhäsinen beziehungsweise Toxinen mit Humanzellen im Rahmen bakterieller Infektionen:

Das *Projekt P4* (Hegemann) konzentriert sich auf die molekulare Charakterisierung neu identifizierter Adhäsine des humanpathogenen Bakteriums *Chlamydia pneumoniae*. Insbesondere stehen hierbei die Rolle dieser Adhäsine im chlamydialen Infektionszyklus, die molekulare Aufklärung des zugrunde liegenden Adhäsionsprozesses und die potenzielle Verwendbarkeit dieser Adhäsine als Ziel für neue Impfstrategien im Vordergrund.

Im *Projekt P5 (Schmitt)* soll die Wirkungsweise des Toxins Haemolysin A (HlyA) aus uropathogenen *Escherichia coli* aufgeklärt werden, das nach Ausschleusung aus dem Bakterium menschliche Zellen lysieren kann, jedoch in sehr niedrigen Konzentrationen unter anderem immunologisch bedeutsame Reaktionen der Humanzellen hervorruft. Das Projekt konzentriert sich auf die Auflösung der dreidimensionalen Struktur von HlyA, die Analyse der Wirtszellreaktion auf die HlyA-Behandlung im Hinblick auf toxinstimulierte Signalwege und Mediatoren sowie die Aufklärung des Mechanismus der HlyA-Bindung an die humane Zellmembran und die dadurch ausgelöste Zelllyse.

Die klinische Bedeutung von Pilzinfektionen ist insbesondere bei immunsupprimierten Menschen (nach Organtransplantation, Chemotherapie und so weiter) sehr wichtig. So stellen Pilzinfektionen zum Beispiel für HIV-Patienten eine tödliche Gefahr dar. Der wichtigste Erreger von Mykosen beim Menschen ist die Hefe *Candida albicans*, die als Kommensale und opportunistisches Pathogen ständiger Bewohner vieler Menschen ist, aber in den letzten Jahren immer häufiger als Erreger von lebensbedrohenden systemischen Infektionen identifiziert wurde. Die große klinische Bedeutung von *Candida spp.* wird mit ihrer Fähigkeit erklärt, in zwei verschiedenen Formen vorzukommen (so genannter Dimorphismus). Insbesondere der Wechsel in die hyphale Wachstumsform stellt einen wesentlichen Pathogenitätsfaktor dar und setzt unter anderem die hierfür notwendige Reorganisation des Zytoskeletts voraus. Einige der regulatorischen Netzwerke, die für diesen morphologischen Wechsel verantwortlich sind, konnten bereits identifiziert werden. So spielt bei *Candida albicans* der so genannte cAMP/PKA-Signalweg eine wichtige Rolle. Auch bei den pflanzenpathogenen Pilzen spielt der Wechsel der Morphologie eine entscheidende Rolle für ihre Virulenz. Drei Arbeitsgruppen beschäftigen sich in der GS MOI mit dem *Themengebiet 3* („Morphogenese-Wechsel bei pathogenen Pilzen“).

Im *Projekt P6 (Ernst)* soll ein Netzwerk bestimmter Enzyme (so genanntes Kinasenetzwerk), das zur Regulation des Dimorphismus von *Candida albicans* wichtig ist, weiter aufgeklärt werden. Hierbei induzieren die Proteinkinase-A-Isoformen Tpk1 und Tpk2 das Hyphenwachstum bei Oberflächenkontakt und im Flüssigmedium, während die Proteinkinase B, Sch9, die Morphogenese unter sauerstoffarmen Bedingungen reguliert. Im Vordergrund dieses Projektes steht die weiter gehende Entschlüsselung des Signalwegs von Sch9, die dynamische subzelluläre Lokalisierung der drei Kinasen unter verschiedenen Bedingungen sowie die Aufklärung der wechselseitigen Interaktionen der drei Kinasen auf genetischer und biochemischer Ebene.

Im *Projekt P7 (Fleig)* soll die Rolle der zytoskelettrelevanten Mikrotubuli und Aktin regulierenden Proteine Mal3 und Asp1 beim Morphogenesewechsel der Hefe *Schizosaccharomyces japonicus* untersucht werden. Asp1 fungiert hier als molekularer Schalter für den Wechsel von der Hefeform zur filamentösen Wachstumsform. Insbesondere sollen in diesem Projekt die phänotypischen Auswirkungen von Asp1- oder/und Mal3-Deletionen auf das dimorphe Wachstum analysiert und die molekularen Zielmoleküle der IP<sub>6</sub>-Kinase Asp1 identifiziert werden. Außerdem soll – in Zusammenarbeit mit Ernst (P6) und Feldbrügge (P8) – mit der Übertragung gewonnener Ergebnisse bezüglich der evolutionär konservierten Proteine Mal3 und Asp1 auf die pathogenen Pilze *Candida* und *Ustilago* begonnen werden.

Im *Projekt P8 (Feldbrügge)* wird die Regulation der Morphologie und der damit assoziierten Pathogenität der Hefe *Ustilago maydis* studiert. *Ustilago* führt in seinem Lebens-

zyklus einen für seine Pathogenität notwendigen dimorphen Wechsel von der haploiden Hefeform zum dikaryotischen, filamentösen Wachstum durch. Interessanterweise zeigt die Deletion des RNA bindenden Proteins Khd4 einen starken Einfluss auf die Zellmorphologie der Hefe und deren Pathogenität. Daher sollen im Rahmen dieses Projektes die mRNA identifiziert werden, die von Khd4 gebunden werden. Weiterhin sollen die durch diese mRNA codierten Proteine subzellulär lokalisiert und ihr Beitrag zur Pathogenität von *Ustilago* aufgedeckt werden. Die Übertragung dieses neuartigen Pathogenitätsmechanismus auf humanpathogene Pilze verspricht neue Ansatzpunkte für die Entwicklung antifungaler Hemmstoffe.

Ein Schutz gegen Infektionen wird sowohl über angeborene, unspezifische Abwehrmechanismen (zum Beispiel Interferone, natürliche Killerzellen) als auch durch die spezifische, erworbene Immunität (Antikörper, T-Lymphozyten) erzielt. Vor diesem Hintergrund beschäftigen sich in der GS MOI fünf Arbeitsgruppen mit dem *Themengebiet 4* („*Immunkontrolle der Infektion*“). Für die schnelle Aktivierung angeborener Immunität ist eine effiziente Erkennung pathogenspezifischer molekularer Muster (PAMP) wie zum Beispiel viraler RNA/DNA, bakterieller Lipopolysaccharide oder von Glykolipiden der Hefen, Pilze und Bakterien durch Mustererkennungsrezeptoren (PRR) wie die so genannten Toll-like-Rezeptoren entscheidend.

Das *Projekt P9 (Förster)* untersucht die Stimulation des angeborenen Immunsystems. Der Arylhydrocarbonrezeptor (AhR) ist ein durch Ligandenbindung aktivierter Transkriptionsfaktor, der nach Stimulation bestimmte Enzyme induziert, die Fremdstoffe verdauen. Die Aktivität von AhR wird über so genannte AhR-Repressorproteine (AhRR) kontrolliert, die auf bestimmten Zellen des Immunsystems vorkommen. Die Menge der AhRR-Proteine auf diesen Zellen kann durch Stimulation von Toll-like-Rezeptoren hochreguliert werden. Das Projekt untersucht daher die Frage, ob das AhR/AhRR-System einen Einfluss auf die angeborene Immunantwort nach Infektionen hat. Insbesondere werden die Folgen des AhRR-Proteinverlustes auf den Verlauf einer lokalen *Staphylococcus-aureus*-Infektion, auf die allergische Hautreaktion nach Milbeninfektion sowie bei systemischen Infektionen mit Listerien studiert. Auch soll die Charakterisierung der Aktivierung des angeborenen und des adaptiven Immunsystems durchgeführt werden.

Das *Projekt P10 (Lang)* untersucht die Rolle von ATP-Rezeptoren, die auf Zellen des adaptiven Immunsystems vorkommen, im Hinblick auf die adaptive Immunantwort. Hierbei bindet das aus sterbenden Zellen freigesetzte ATP an ATP-Rezeptoren und aktiviert die angeborene Immunität. So kommt es zum Beispiel im Rahmen der Infektion mit dem lymphozytären Choriomeningitisvirus (LCMV-Infektion) zur Aktivierung von bestimmten T-Zellen, wohingegen oxidiertes ATP als Antagonist des ATP-Rezeptors die normale Reifung dieser T-Zellen hemmt. Neben der Untersuchung dieses Zusammenhangs untersucht das Projekt die spezifische Hemmung von ATP-Rezeptoren, deren Auswirkung auf das Vorkommen eines immunstimulierenden Glykoproteins (IFN- $\gamma$ ) und den potenziellen Beitrag von oxidiertem ATP bei der Verhinderung einer möglichen Autoimmunität. Das immunstimulierende Glykoprotein Interferon  $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) vermittelt unter anderem die Aktivierung von Zellen, die intrazelluläre Erreger aufgenommen haben und diese nach Stimulation durch IFN- $\gamma$  verstärkt hemmen können. Zwei Projekte beschäftigen sich daher mit diesem Molekül.

Im *Projekt P11 (Däubener)* konnte in Vorarbeiten gezeigt werden, dass Infektionen mit dem Parasiten *Toxoplasma gondii*, dem Bakterium *Staphylococcus aureus* und dem Herpes-simplex-Virus durch IFN- $\gamma$ -vermittelte Aktivierung des Tryptophan abbauenden Enzyms Indolamin 2,3-Dioxygenase (IDO) kontrolliert werden. Alle drei Erreger verursachen Entzündungen des Gehirns (Enzephalitis). Daher untersucht dieses Projekt die IDO-Aktivierung in IFN- $\gamma$ -stimulierten Nerven- und Gliazellen in An- und Abwesenheit der Erreger sowie die funktionelle Beeinflussung der IDO-vermittelten antimikrobiellen Effekte. Weiterhin wird eine funktionelle Analyse der gesamten immunregulatorischen Effekte einer IDO-Aktivierung durchgeführt.

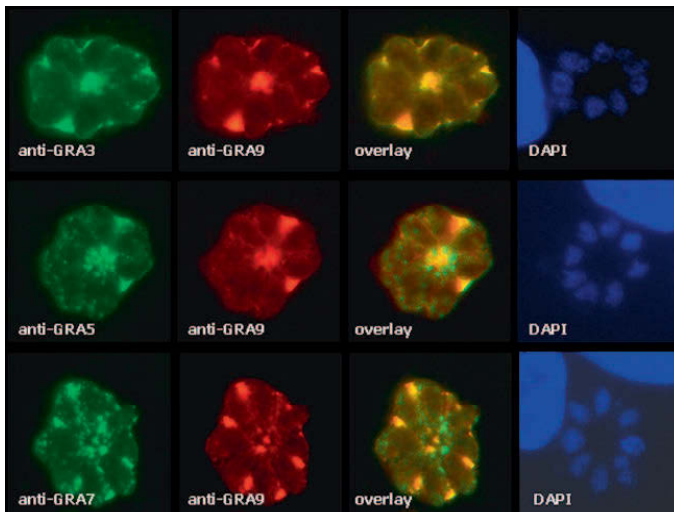


Abb. 3: Toxoplasmenwachstum in humanen Fibroblastenzellen: Lokalisation der für die Erregervermehrung wichtigen GRA-Proteine von *Toxoplasma gondii* im Lumen der parasitophoren Vakuole. (Abb. von Prof. Dr. Walter Däubener, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene)

Im *Projekt P12 (Pfeffer)* wird die Interferon- $\gamma$ -stimulierte Reaktion von *Toxoplasma gondii*-infizierten Zellen studiert. Hier wurde in Vorarbeiten ein Zusammenhang zwischen IFN- $\gamma$  und den so genannten 65 kDa Guanylat bindenden Proteinen (GBP) aufgezeigt, die mit Strukturen des Erregers kolokalisieren. Das Projekt untersucht nun den Zusammenhang mit Mustererkennungsrezeptoren (PRR, siehe oben) wie den TLR- und NLR-Rezeptoren und damit assoziierten Signalwegen. Insbesondere soll die Lokalisierung aller bekannten TLR- und NLR-Rezeptoren nach Parasiteninfektion bestimmt und ihre Relevanz für die GBP-Lokalisation geprüft werden. Zudem sollen die Relevanz PRR-assoziierter Signalwege für diesen Prozess analysiert und die funktionellen Bereiche des GBP2-Proteins identifiziert werden.

Das *Projekt P13 (Hengel)* schließlich untersucht die adaptive Immunität, indem es den Beitrag von IgG-Antikörpern für die immunbiologischen Wechselwirkungen zwischen einer Cytomegalovirusinfektion (CMV-Infektion) und dem Wirtsorganismus studiert. IgG-

Antikörper aktivieren Fc $\gamma$ -Rezeptor-exprimierende Immunzellen und spielen eine wichtige Rolle in der Kontrolle der reaktivierten CMV-Replikation. Eine Gegenstrategie des CMV ist es, eigene virale Fc $\gamma$  bindende Proteine (vFc $\gamma$ -Rezeptoren) auf der Zelloberfläche zu exprimieren, die als Antagonisten gegen das Fc $\gamma$ -Rezeptorrepertoire des Immunsystems eingesetzt werden und so vermutlich die antivirale Immunantwort schwächen. Das Projekt analysiert daher die Relevanz des Wirts-Fc $\gamma$ R-Repertoires für die CMV-Abwehr. Ferner sollen CMV-spezifische monoklonale IgG-Antikörper isoliert und charakterisiert werden mit der Möglichkeit, antiviral wirksame Antikörper für therapeutische Zwecke zu identifizieren.

### **Das Qualifizierungskonzept der GS MOI: Infektionsbiologische Exzellenz und modernste Standards der strukturierten Graduiertenausbildung**

Die GS MOI hat es sich zum Ziel gesetzt, eine neue Generation umfassend infektionsbiologisch gebildeter Expertinnen und Experten auszubilden und sie in optimaler Weise auf die relevanten akademischen und nichtakademischen Berufsfelder vorzubereiten. Hierfür bündelt die GS MOI herausragende und innovative Promotionsforschungsprojekte auf dem Gebiet der Infektionsbiologie mit der Betreuung durch führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf den jeweiligen Themengebieten und verzahnt dies mit einem spezifisch abgestimmten und strukturierten Qualifizierungskonzept.

Mit ihrem Konzept orientiert sich die GS MOI an zahlreichen nationalen und internationalen Standards und Empfehlungen zu einer qualitativ hochwertigen strukturierten Doktorandenausbildung, die bereits an anderer Stelle zusammenfassend vorgestellt wurden.<sup>2</sup> Es findet bereits bei der Auswahl geeigneter Bewerberinnen und Bewerber Eingang, indem ein zweistufiges, standardisiertes und transparentes Bewerbungsverfahren genutzt wird, dass über die Evaluation des bisherigen akademischen Werdegangs, des Studienverlaufs, der Qualifikationen, Leistungsfähigkeit, Motivation und dem persönlichen Potenzial eine möglichst hohe Chancengleichheit gewährleisten soll. Nach erfolgreicher Auswahl erfolgt zudem die wissenschaftliche Betreuung der Stipendiatinnen und Stipendiaten sowie der Kollegiatinnen und Kollegiaten von Beginn an durch mindestens zwei Betreuerinnen beziehungsweise Betreuer im Rahmen transparenter und klar definierter Betreuungsstrukturen.

Inhaltlich vereint das GS-MOI-Lehrkonzept folgende Hauptanliegen:

- exzellente und breite wissenschaftliche Qualifizierung auf dem Gebiet der Infektionsbiologie;
- profundes Training in infektionsbiologischen Methoden;
- grundlegende und vertiefende Ausbildung in theoretischen Hintergründen;
- verbindliche und transparente Betreuungs- und Beurteilungsstrukturen;
- weiterqualifizierendes Training in essenziellen und spezifischen Schlüsselqualifikationen sowie hierauf aufbauende, regelmäßige Praxis.

---

<sup>2</sup> Vgl. Dumpitak *et al.* (2008).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das frühzeitige Heranführen der jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an die Internationalität und Vernetzung der modernen Scientific Community. Diesem wird in der GS MOI in besonderem Maße Rechnung getragen, indem zum Beispiel konsequenterweise Englisch als Lehr- und Forschungssprache eingeführt wurde. Ferner werden die Promovierenden systematisch an den Kontakt mit deutschen und ausländischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern herangeführt, um so eine frühe Einbindung der Graduierten in das „Scientific Networking“ zu ermöglichen und zudem ihre Eigenverantwortlichkeit sowie Sprach- und Sozialkompetenz zu trainieren.

Insgesamt 13 Stipendiatinnen und Stipendiaten werden in Zukunft durch die GS MOI gefördert. Zudem werden 13 Kollegiatinnen und Kollegiaten auf Vorschlag der beteiligten Projekte aufgenommen. Die GS-MOI-Kollegiatinnen und -Kollegiaten werden das gleiche Studienprogramm wie die Stipendiatinnen und Stipendiaten absolvieren, wobei die anfallenden Kosten von den jeweiligen Projekten getragen werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über das strukturierte Qualifizierungsprogramm der GS MOI, das die individuellen Promotionsforschungsprojekte spezifisch ergänzt und auf eine durchschnittliche Promotionszeit von drei Jahren ausgerichtet ist. Es gliedert sich in die folgenden Bereiche:

### **Spezialvorlesung und Werkstattgespräch „Mechanismen der Infektion“**

Die Inhalte der interdisziplinären Spezialvorlesung zielen darauf ab, ein umfassendes und grundlegendes Verständnis für Infektionsprozesse und -mechanismen sowohl im Hinblick auf Pathogene wie auch auf die Wirte auf organismischer, zellulärer und molekularer Basis zu vermitteln, das weit über das hinausgeht, was im Rahmen des jeweiligen spezifischen Forschungsprojektes möglich wäre. Insbesondere werden wichtige Zusammenhänge mit angrenzenden Fachgebieten beleuchtet, um ein vernetztes Verständnis der Infektionsbiologie in einem systemischen Kontext zu fördern. Im anschließenden „Werkstattgespräch“ sollen die Promovierenden im direkten Diskurs mit den Lehrenden Wissensinhalte erörtern und weiter gehend vertiefen können. Die Moderation der Werkstattgespräche soll durch die Stipendiatinnen und Stipendiaten beziehungsweise Kollegiatinnen und Kollegiaten in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Dozierenden erfolgen. Neben der Sicherstellung einer individuellen Verfestigung und Vertiefung der Wissensinhalte sollen die „Werkstattgespräche“ dazu beitragen, eine offene und lebendige Diskussionskultur in der GS MOI fest zu etablieren.

### **Lab Rotations „Formen der Infektion“**

Nach dem Vorbild der in der US-amerikanischen Doktorandenausbildung bewährten *Lab Rotations* werden die Promovierenden komplementäre Labore der GS MOI besuchen und hierbei aktiv und gezielt in die jeweils laufenden Forschungstätigkeiten involviert. Neben einer „Eins-zu-eins“-Betreuung besteht der Vorteil der *Lab Rotations* gegenüber dem klassischen Praktikumsformat insbesondere darin, dass hier ein *training on the job* unter alltagsrealistischen Bedingungen erfolgt. Die *Lab Rotations* werden im Hinblick auf eine umfassende Methodenqualifizierung gewährleisten, dass praktische Erfahrungen mit allen wichtigen Pathogengruppen (Pilze, Bakterien und Viren) sowie mit den Wirtszellen erworben werden.



<b>Spezialvorlesung und Werkstattgespräch: „Mechanismen der Infektion“</b> alle beteiligten Dozierenden		Pflichtveranstaltung für alle GS-MOI-Promovierenden
Die Inhalte der dreijährigen Vorlesung zielen darauf ab, ein umfassendes und grundlegendes Verständnis für Infektionsprozesse und -mechanismen aufzubauen und Zusammenhänge mit angrenzenden Fachgebieten zu beleuchten. Im Rahmen der Werkstattgespräche sollen die Inhalte vertieft und weiter gehend erörtert werden.		
<b>Lab Rotations „Formen der Infektion“</b> alle beteiligte Dozierenden und Mitarbeiter		Pflichtveranstaltung für alle GS-MOI-Promovierenden
Im Rahmen der <i>Lab Rotations</i> erfolgt eine über das jeweilige Promotionsforschungsprojekt hinausgehende Methodenqualifizierung. Diese gewährleistet, dass praktische Erfahrungen mit allen wichtigen Pathogengruppen (Pilze, Bakterien und Viren) sowie mit den Wirtszellen erworben und die hierfür notwendigen Arbeitstechniken und Methoden umfassend erlernt werden.		
<b>Weiterqualifizierende Workshops in Schlüsselqualifikationen</b> wechselnde Referentinnen und Referenten, Organisation: iGRAD		Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltung für alle GS-MOI-Promovierenden
Promovierende der GS MOI werden das zukünftige Basiscurriculum der iGRAD (Interdisciplinary Research and Graduate Academy Düsseldorf) in essenziellen Schlüsselqualifikationen absolvieren. Dieses soll die Bereiche		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Präsentation/Kommunikation/Rhetorik,</li> <li>2. Lehren und Lernen (Hochschuldidaktik) oder Projekt-/Selbstmanagement/Organisation und</li> <li>3. einen Kurs freier Wahl aus dem jährlichen Workshop-Programm der iGRAD</li> </ol> umfassen. Das iGRAD-Basiscurriculum wird speziell für die Stipendiaten der GS MOI um folgende Ausbildungsinhalte erweitert werden: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kommunikation mit Medien und Öffentlichkeit/Risikokommunikation und</li> <li>2. Biologische Sicherheit/Gentechnikrecht (gegebenenfalls inklusive Sachkundenachweis).</li> </ol> Sämtliche Workshops werden durch entsprechend qualifizierte Referentinnen und Referenten durchgeführt und sind zum Teil in zertifizierte Fortbildungsprogramme integriert.		
<b>MOI-Symposium</b> beteiligte Dozentinnen und Dozenten, Promovierende sowie Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftler	unter anderem Gastvorträge, „Manhot Lecture in infection biology“, Berichte der Stipendiaten	obligatorisch für alle GS-MOI-Promovierenden und Betreuenden
<b>Regelmäßige Präsentations- und Kommunikationspraxis</b>	aktive Teilnahme an Kongressen und Veranstaltungen	alle GS-MOI-Promovierenden
<b>Regeln guter wissenschaftlicher Praxis</b> beteiligte Betreuende und iGRAD	einmaliger Einführungskurs zu Beginn und regelmäßige Anleitung	obligatorisch für alle GS-MOI-Promovierenden

Tab. 1: Übersicht über das strukturierte Qualifizierungsprogramm der GS MOI

### **Weiterqualifizierende Workshops in Schlüsselqualifikationen**

Die GS MOI wird in diesem Bereich eng mit der aktuell im Aufbau befindlichen iGRAD (Interdisciplinary Research and Graduate Academy Düsseldorf) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät kooperieren. Die Promovierenden der GS MOI werden das von der iGRAD vorgeschlagene Basiscurriculum in essenziellen Schlüsselqualifikationen absolvieren. Kernthemen sollen die Gebiete Präsentation/Kommunikation, Hochschuldidaktik (Lehren und Lernen) sowie Wissenschafts- und Projektmanagement werden, die quasi universelle Schlüsselkompetenzen für zahlreiche Berufsfelder darstellen. Exklusiv für die GS MOI sollen zudem Kurse organisiert werden, die spezifisch für die gesellschaftlichen und rechtlichen Implikationen von biologischer Sicherheit sensibilisieren und sich mit der Kommunikation von zum Beispiel möglichen biologischen Gefahren gegenüber der Presse oder Öffentlichkeit befassen. Die Teilnahme an diesen Kursen wird von der iGRAD zusammen mit weiteren qualifikationsrelevanten Angaben im Rahmen eines individuellen Abschlusszertifikates (*PhD transcript*) für zukünftige Arbeitgeber dokumentiert. Die Vertiefung und Praxis der erworbenen Schlüsselqualifikationen erfolgt im Rahmen der jeweiligen Promotionsarbeiten, wobei hier die Betreuerinnen und Betreuer mit ihrer jeweiligen Expertise beratend zur Seite stehen.

### **MOI-Symposium**

Im Rahmen der jährlichen MOI-Symposien werden die GS-MOI-Doktorandinnen und -Doktoranden über die Vorträge eingeladener international renommierter Gäste aus Wissenschaft und Industrie einerseits ihr infektionsbiologisches Wissen weiter gehend vertiefen und ausbauen und es andererseits in aktuelle und erweiterte Kontexte aus molekularer Medizin, Immunologie und den modernen Lebenswissenschaften bringen können. Eine Besonderheit wird außerdem die Prämierung der besten infektionsbiologischen Publikation des Vorjahres sein, die mit einer „Manchot-Lecture in Infection Biology“ einen herausragenden Platz im Vortragsprogramm einnehmen wird. Aber auch die Stipendiatinnen, Stipendiaten, Kollegiatinnen und Kollegiaten werden ihre Forschungsprojekte und deren jeweiligen Entwicklungsstand präsentieren und gemeinsam mit den GS-MOI-Dozierenden und eingeladenen Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftlern diskutieren.

### **Präsentations- und Kommunikationspraxis**

Da Kommunikations- und Präsentationskompetenzen neben den Basiskenntnissen eine regelmäßige Praxis voraussetzen, wird diesen von der GS-MOI ein hoher Stellenwert zugeordnet. Neben regelmäßigen Projektbesprechungen in den jeweiligen betreuenden Arbeitsgruppen und jährlichen Präsentationen im Rahmen des MOI-Symposiums werden die Promovierenden im Verlauf ihrer Ausbildung an mindestens einer internationalen wissenschaftlichen Tagung aktiv teilnehmen. Dabei sollen sie ihre wissenschaftlichen Projekte möglichst in einem Vortrag, ansonsten im Rahmen einer Posterpräsentation kommunizieren.

### **Regeln guter wissenschaftlicher Praxis**

Im Rahmen einer Einführungsveranstaltung werden die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis bereits zu Beginn der Promotionsarbeit vermittelt. Während des Forschungsprojek-

tes erfolgt die regelmäßige Anleitung in guter wissenschaftlicher Praxis durch die beteiligten Betreuerinnen und Betreuer.

Die Graduiertenschule MOI ist überzeugt, dass die hier vorgestellten Konzepte eines fokussierten Forschungsprogramms in enger Verzahnung mit einer strukturierten Qualifizierung in wissenschaftlichen Theorien, Methoden, aber auch in berufsrelevanten Schlüsselqualifikationen die zukünftigen Promovierenden in der GS MOI in optimaler Weise und nachhaltig auf den anspruchsvollen und komplexen Arbeitsmarkt für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vorbereiten werden.

## Literatur

- DUMPITAK, Christian., Lutz SCHMITT und Dieter WILLBOLD (2008) „Die NRW-Forschungsschule BioStruct – Neue Wege interdisziplinärer Graduiertenausbildung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“ in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 555–561.
- JOINT UNITED NATIONS PROGRAMME ON HIV/AIDS (2008). „Report on the global HIV/AIDS epidemic 2008 – UNAIDS/08.25E / JC1510E“. [http://data.unaids.org/pub/GlobalReport/2008/JC1510\\_2008GlobalReport\\_en.zip](http://data.unaids.org/pub/GlobalReport/2008/JC1510_2008GlobalReport_en.zip) (30.10.2009).



**Nachwuchsforschergruppen an der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



# ULRICH HEIMESHOF und HEINZ-DIETER SMEETS

## Empirische Wettbewerbsanalyse

Mit Wirkung zum 1. Oktober 2009 wurde im Bereich Volkswirtschaftslehre der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät die Nachwuchsforschergruppe „Empirische Wettbewerbsanalyse“ ins Leben gerufen, die in den nächsten knapp fünf Jahren mit einem Gesamtbetrag in Höhe von 490.000 € vom Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert wird. Die Nachwuchsforschergruppe wurde von Univ.-Prof. Dr. Heinz-Dieter Smeets beantragt und ist thematisch in das neu gegründete Düsseldorfer Institut für Wettbewerbsökonomie (DICE) eingebettet. Sie wird aus dem Forschungsgruppenleiter, Herrn Dr. Ulrich Heimeshoff, einem weiteren Mitarbeiter oder einer weiteren Mitarbeiterin sowie drei Stipendiatinnen beziehungsweise Stipendiaten bestehen. Der Schwerpunkt der Forschung wird auf der empirischen Analyse von Wettbewerbsprozessen in Deutschland liegen. Hierbei wird insbesondere die Anwendung moderner statistisch-ökonomischer Verfahren auf Wettbewerbsfälle vorangetrieben, die in den USA und in einigen europäischen Staaten bisher deutlich mehr Aufmerksamkeit erfahren hat als in Deutschland. Der Hintergrund dieser Entwicklungen im Bereich der empirischen Wettbewerbsanalyse beziehungsweise Industrieökonomik sowie künftige Projekte der Nachwuchsforschergruppe sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

### Empirische Wettbewerbsanalyse in Deutschland

In den letzten Jahren war sowohl im US-amerikanischen als auch im Europäischen Kartellrecht eine deutliche Hinwendung zu einer ökonomisch stärker fundierten Analyse von Wettbewerbsproblemen zu verzeichnen.<sup>1</sup> Dieser als *More Economic Approach* bekannt gewordene Ansatz ist zum einen durch eine Änderung des wettbewerbspolitischen Leitbildes hin zu einer verstärkten Beachtung der Auswirkungen wettbewerbspolitischer Maßnahmen auf die Verbraucher charakterisiert.<sup>2</sup> Zum anderen werden bei der Untersuchung wettbewerbspolitischer Fragestellungen in zunehmendem Maße ökonomische Konzepte und Methoden angewandt – insbesondere aus der theoretischen und empirischen Industrieökonomik.<sup>3</sup> So finden sowohl statistisch-ökonomische Methoden als auch Simulationsanalysen heute in allen Bereichen der Wettbewerbspolitik Anwendung: Bei der Abgrenzung des relevanten Marktes kommen zum Beispiel Schätzungen von Preiselastizitäten und Umlenkungskennziffern, Preiskorrelationstests sowie Schockanalysen zum Einsatz. In der Fusionskontrolle werden quantitative Analysen herangezogen, um mit Hilfe von empirisch gestützten Modellen des in Rede stehenden Marktes die Konsequenzen von Unternehmenszusammenschlüssen zu simulieren und die Auswirkungen auf die Konsumenten-

<sup>1</sup> Vgl. Hellwig (2006), Hellwig (2007) sowie Schwalbe und Zimmer (2006).

<sup>2</sup> Vgl. zum Beispiel von Weizsäcker (2007).

<sup>3</sup> Vgl. zum Beispiel Röller (2005).

ten zu prognostizieren. Weiterhin werden ökonometrische Verfahren eingesetzt, um zum Beispiel Preis- und Quotenkartelle aufzudecken und um die durch einen Verstoß gegen das Kartellverbot erzielten Mehrerlöse sowie die Schadenshöhe für die Verbraucher quantitativ abzuschätzen. Auch in Bereichen wie der europäischen Beihilfenkontrolle gewinnen ökonomische Analysemethoden verstärkt an Bedeutung.<sup>4</sup>

Während diese Methoden sowohl in der US-amerikanischen Praxis als auch in der Anwendungspraxis der EU-Kommission (Generaldirektion Wettbewerb) regelmäßig herangezogen werden, ist diese für eine ökonomisch fundierte Wettbewerbspolitik zentrale Entwicklung in Deutschland noch relativ wenig verbreitet. Von der Mehrzahl der Kartelljuristen, aber auch von einigen Wirtschaftswissenschaftlern (insbesondere denen, die von der Wettbewerbskonzeption der Freiburger Schule geprägt sind) werden diese Entwicklungen mit erheblicher Skepsis betrachtet. An den meisten deutschen Lehrstühlen für Wettbewerbspolitik (dazu gehören insbesondere auch die traditionellen „Hochburgen“ der Wettbewerbspolitik wie Marburg und Freiburg) wird daher auch nicht in diesem Bereich geforscht. Diese Entwicklung hat mit dazu geführt, dass die deutsche Wettbewerbsökonomie teilweise den Anschluss an die internationale Forschung verloren hat.

Diese eher ablehnende Haltung in Deutschland ist sicherlich einer derjenigen Gründe, warum es heute in Deutschland sowohl an einer Erforschung empirischer Methoden für die Wettbewerbsökonomie als auch an ihrer Berücksichtigung in der Anwendungspraxis noch weitgehend mangelt. Die Berücksichtigung in der Anwendungspraxis nimmt jedoch zu – daher hat zum Beispiel das Bundeskartellamt seine ökonomische Grundsatzabteilung erheblich verstärkt. Durch die verbesserten rechtlichen Möglichkeiten der privaten Kartellrechtsdurchsetzung mit Hilfe von Schadensersatzklagen wird sich dieser Trend weiter fortsetzen, da Kartellschäden nun vor Gericht quantifiziert werden müssen.

Was in Deutschland bisher völlig fehlt, ist die entsprechende „Begleitforschung“. In der empirischen Analyse von Märkten und unternehmerischen Wettbewerbsstrategien mit Hilfe von statistisch-ökonometrischen Verfahren klafft eine erhebliche Forschungslücke. Die wenigen empirisch arbeitenden Industrieökonomien in Deutschland haben ihren Forschungsschwerpunkt fast ausschließlich im Bereich der quantitativen Analyse des Innovationsverhaltens von Unternehmen, nicht jedoch auf Wettbewerbsstrategien (wie Preispolitik, Verdrängungswettbewerb oder Ähnlichem) und deren Bewertung aus Sicht der Wettbewerbspolitik. Die Anwendung empirischer Methoden in der Wettbewerbsanalyse wird in Deutschland zurzeit fast ausschließlich von einigen kommerziellen Beratungsunternehmen betrieben. Infolgedessen mangelt es nicht nur an neutraler Forschung mit deutschen Markt- und Unternehmensdaten, sondern auch eine Weiterentwicklung der Methoden fehlt hier fast völlig.

Im Gegensatz dazu bestehen nicht nur in den USA (zum Beispiel an der University of California Berkeley, an der Harvard University und an der Boston University) Forschungszentren, deren Schwerpunkt auf der empirischen Wettbewerbsanalyse liegt, sondern mittlerweile auch in einigen europäischen Ländern (so zum Beispiel an der University of East Anglia, an der Katholischen Universität Löwen und an den Universitäten Bergen, Amsterdam, Tilburg und Wien). Diese Forschergruppen widmen sich der empirischen Analyse wettbewerbswidrigen Verhaltens (zum Beispiel Kartelle, Marktmachtmissbrauch und

---

<sup>4</sup> Vgl. Monopolkommission (2008) sowie Friederiszick *et al.* (2008).



Ähnliches) und entwickeln auch Methoden zur Aufdeckung von Kartellen mittels ökonomischer Verfahren.

Die geringe Beachtung, die den quantitativen Verfahren in Deutschland bislang zuteil wurde, hat dazu beigetragen, dass es für deutsche Märkte und Unternehmen kaum empirische Wettbewerbsanalysen gibt und Erkenntnisse über die Wettbewerbssituation auf vielen Märkten fehlen. So wurden beim Bundeskartellamt vorhandene Daten über Kartelle in Deutschland bisher kaum verwendet, und auch die Konzentrationsstatistiken und Verflechtungsdaten der Monopolkommission sind wissenschaftlich bislang lediglich in geringem Umfang ausgewertet worden. Dies gilt in gleicher Weise für die mittlerweile umfangreichen Datenbestände der Bundesnetzagentur.

Auch wenn der Schwerpunkt der empirischen Analysen auf deutschen Märkten und den dort herrschenden Verhältnissen liegen wird, muss darüber hinaus auch die Einbettung dieser Märkte in den europäischen Binnenmarkt und in die Weltmärkte Berücksichtigung finden. Dabei geht es um die internationalen Einflüsse auf das nationale Marktgeschehen – etwa im Bereich der räumlichen Marktabgrenzung. Hierzu gehören aber auch Fragen bezüglich der Wirkungen und Determinanten von Direktinvestitionen sowie der internationalen Fragmentierung der Produktionsprozesse.

## Geplante Forschungsvorhaben

Die Forschergruppe soll einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die zuvor aufgezeigte Forschungslücke im Bereich der empirischen Wettbewerbsanalyse zu schließen. In diesem Rahmen sollen zunächst umfangreiche Datenbanken angelegt werden, die im weiteren Verlauf für empirische Analysen genutzt werden können. *Exemplarisch* seien folgende Forschungsvorhaben genannt:

## Determinanten der Gaspreisbildung und -entwicklung in Deutschland

In Zeiten abnehmender Vorräte fossiler Brennstoffe ist auf den Weltenergiemärkten ein stetiger Anstieg der Preise für Rohöl, Kohle und Gas zu verzeichnen. Betrachtet man die von Endkunden in Deutschland zu zahlenden Preise für Gas, stellt man fest, dass (a) das Preisniveau in Deutschland im europäischen Vergleich sehr hoch ist und (b) das Preisniveau auch innerhalb Deutschlands regional teilweise erheblich differiert. Aufgrund theoretischer Erwägungen lassen sich sowohl diese Preisunterschiede als auch die absolute Preishöhe bislang noch nicht befriedigend erklären.<sup>5</sup> Somit ist zum besseren Verständnis der Preisbildungsprozesse auf den regionalen Märkten eine detaillierte empirische Analyse notwendig, die bislang für Deutschland fehlt.

Im Rahmen einer bereits bestehenden umfangreichen Datenbank über die deutsche Gaswirtschaft stehen detaillierte Informationen über Preisentwicklungen im deutschen Gasmarkt auf der Unternehmensebene zur Verfügung.<sup>6</sup> Sie enthält ferner umfangreiche Informationen über die Versorgungsunternehmen, wie etwa Charakteristika des Leitungsnetzes, Eigentumsverhältnisse, Lieferbeziehungen und demografische Kennziffern der Versorgungsgebiete. Eine darauf basierende empirische Analyse ist nicht nur von hohem wissen-

<sup>5</sup> Zur These mangelnden Wettbewerbs auf den Gasmärkten siehe Schröer (2005) sowie Monopolkommission (2007).

<sup>6</sup> Zu den Besonderheiten von Gasmärkten siehe Erdmann und Zweifel (2008).

schaftlichem Interesse, sondern könnte auch im Rahmen der praktischen Wettbewerbspolitik für zusätzlichen Erkenntnisgewinn sorgen. Das Bundeskartellamt befasst sich bereits seit circa zwei Jahren mit der Problematik regional stark differierender Gaspreise, die auch in der Presse hohe Aufmerksamkeit gefunden hat.<sup>7</sup>

Das geplante Projekt soll somit den Preisbildungsprozess auf den deutschen Energiemärkten näher beleuchten, da hier im internationalen Vergleich eine erhebliche Forschungslücke besteht.

### **Empirische Kartellforschung**

In einem weiteren Projekt sollen erstmalig umfangreiche Daten über legale und illegale Kartelle in Deutschland, die das Bundeskartellamt aufgedeckt hat, aus den Akten des Bundeskartellamtes zusammengetragen werden. In der Datenbank werden Angaben über Kartelldauer, Branche, Teilnehmerzahl, Strafen und personelle Verflechtungen zusammengestellt. Mit Hilfe dieser Daten soll erstmalig ein umfassendes empirisches Bild der deutschen Kartelllandschaft gezeichnet werden. Zudem sollen auf breiter empirischer Basis Faktoren ermittelt werden, die zur Stabilität von Kartellen in Deutschland beitragen. Bislang gibt es hier nur einige wenige Fallstudien beziehungsweise experimentelle Studien allgemeiner Natur, die nicht auf Deutschland bezogen sind.

In künftigen kartellrechtlichen Verfahren wird, wie bislang auch, direkte Evidenz bezüglich der Existenz von Kartellen, wie beispielsweise Aussagen beteiligter Unternehmen oder belastende Dokumente, nur in den seltensten Fällen verfügbar sein, so dass eine vertiefte ökonomische Analyse erforderlich ist. Im Rahmen der empirischen Kartellforschung werden auf der Basis der ökonomischen Kartelltheorie bestimmte Verhaltensmuster identifiziert, die ein Indikator für das Verhalten von Kartellen beziehungsweise kollusives Verhalten sind.<sup>8</sup>

In konkreten Verdachtsfällen können die relevanten Marktergebnisse sowie das Marktverhalten anhand der aus theoretischer Sicht identifizierten Verhaltensmuster beurteilt werden, um mögliche kollusive Praktiken feststellen zu können. Solche Plausibilitätsüberlegungen können wertvolle erste Schritte zur Identifikation kollusiver Verhaltensweisen sein, reichen aber allein oftmals nicht als Beweismaterial im Rahmen von Gerichtsverfahren aus.

An dieser Stelle kann die empirische Forschung einen entscheidenden Beitrag zur Analyse von Kartellfällen leisten, indem anhand geeigneter Datensätze die Auswirkungen kollusiver Absprachen auf Preise und weitere Marktergebnisse untersucht werden. Dies geschieht auf der Basis moderner ökonometrischer Verfahren, die es erlauben, verschiedene Einflussfaktoren wie zum Beispiel Produktionskosten zu berücksichtigen, um dadurch wiederum die Effekte von Kartellen zu isolieren und zu quantifizieren.<sup>9</sup> Somit liefert die empirische Wettbewerbsanalyse im Kontext der Kartellforschung nicht nur grundlegende Erkenntnisse zum besseren wissenschaftlichen Verständnis der Identifikation sowie der Auswirkungen von Kartellen, sondern bietet auch den Wettbewerbsbehörden und Kartell-

---

<sup>7</sup> Siehe Bundeskartellamt (2008).

<sup>8</sup> Unter kollusivem Verhalten werden in der Wettbewerbsökonomik Kartelle sowie andere Formen abgestimmten Verhaltens zur Begrenzung des Wettbewerbs zusammengefasst.

<sup>9</sup> Zu den Methoden zur Aufdeckung von Kartellen vgl. zum Beispiel Harrington (2008).

gerichteten hilfreiche Instrumente zu einer ökonomisch fundierteren Beurteilung von Kartellfällen, als dies bislang der Fall war.<sup>10</sup>

Zusammenfassend kann auf Basis empirischer Arbeiten mit Hilfe dieser neuartigen Datenbank eine Forschungslücke gefüllt werden, deren Schließung im Einklang mit dem *More Economic Approach* in der Wettbewerbspolitik steht, der in der Europäischen Union auf dem Vormarsch ist.<sup>11</sup>

### **Wettbewerbsanalyse des deutschen Mobilfunkmarktes**

Im März 2009 hat das Bundeskartellamt ein Ermittlungsverfahren wegen des Vorwurfs des Parallelverhaltens zum Zweck gemeinsamer Marktbeherrschung gegen T-Mobile und Vodafone aufgenommen.<sup>12</sup> Eine erste Analyse des Marktverhaltens der vier großen Netzbetreiber auf dem deutschen Mobilfunkmarkt mit Hilfe multipler Zeitreihenmodelle ergab im Rahmen dieses Modellansatzes keine Evidenz für kollusives Verhalten.<sup>13</sup> Die Arbeit ist die erste statistisch-ökonomische Arbeit über das Wettbewerbsverhalten im deutschen Mobilfunkmarkt.

Weiter sollen insbesondere die Auswirkungen der Preisdifferenzierung im Bereich von Off-net- und On-net-Gesprächen<sup>14</sup> untersucht werden. Die dazu vorliegenden Datensätze erlauben, sowohl im Hinblick auf die Anzahl der erfassten Kunden als auch mit Blick auf den Zeitraum, eine in dieser Form noch nicht vorliegende detaillierte empirische Analyse, die die Auswirkungen der Preisdifferenzierung im Off-net- und On-net-Bereich auf das Konsumentenverhalten untersucht. In diesem Kontext könnte auch eine empirische Überprüfung neuester theoretischer Erkenntnisse zusätzliche Impulse künftiger Modellbildung liefern.<sup>15</sup>

### **Konzentrationsentwicklung in Deutschland**

Durch die Kooperation mit der Monopolkommission stehen umfangreiche Datensätze zur Entwicklung der Unternehmenskonzentration und der personellen Verflechtung zwischen Unternehmen in Deutschland zur Verfügung. Diese Daten sind bislang nahezu ungenutzt, obwohl die Analyse wertvolle neue Erkenntnisse zur Entwicklung des Wettbewerbs auf deutschen Märkten liefern kann.<sup>16</sup>

Wie die personelle Verflechtung zwischen Unternehmen den Wettbewerb auf Märkten in Deutschland beeinflusst, ist bisher nur ansatzweise mit Hilfe moderner ökonomischer Verfahren untersucht worden. Eine Ausnahme bilden hier die jüngeren Arbeiten von Balsmeier,<sup>17</sup> der als Kooperationspartner in die Forschergruppe eingebunden werden soll.

<sup>10</sup> Zu modernen ökonomischen Verfahren der Kartellaufdeckung siehe zum Beispiel Bajari und Ye (2002) sowie Abrantes-Metza *et al.* (2006).

<sup>11</sup> Vgl. Budzinski (2008).

<sup>12</sup> Siehe dazu KPN (2007).

<sup>13</sup> Vgl. dazu Heimeshoff (2008: 100–136).

<sup>14</sup> Darunter werden in der Telekommunikationsökonomik Gespräche in fremde Netze (off-net) sowie in das Netz des eigenen Anbieters (on-net) verstanden.

<sup>15</sup> Erste theoretische Einsichten zum Thema Off-net-/On-net-Preisdifferenzierung liefern Hoernig (2007) sowie Gabrielsen und Vagstad (2008).

<sup>16</sup> Siehe Monopolkommission (2008: Kap. II, III).

<sup>17</sup> Vgl. Balsmeier und Peters (2007).

## Methoden der empirischen Wettbewerbsanalyse

In den letzten Jahren ist im Rahmen der theoretischen Ökonometrie sowie in der Industrieökonomik eine Reihe neuer ökonometrischer Verfahren zur Analyse von Marktmacht und des Marktverhaltens entwickelt worden, die sich insbesondere in den USA sowohl als Erkenntnis fördernd in der Wissenschaft als auch wertvoll im Rahmen von Antitrustverfahren erwiesen haben.<sup>18</sup> Hier sind in erster Linie Verfahren zur Analyse von Märkten mit differenzierten Produkten zu nennen.<sup>19</sup> Außerdem wurden, ebenfalls in den USA, Instrumente zur Simulation und Schätzung der Parameter dynamischer Modelle entwickelt, um Märkte realitätsnäher analysieren zu können. Hier ist insbesondere das Konzept der Markov-perfekten Gleichgewichte zu nennen.<sup>20</sup>

Leider sind diese Verfahren in Europa bislang kaum angewandt worden, so dass ein erheblicher wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn durch die Etablierung solcher Methoden in Deutschland und Europa möglich ist.

## Ausblick

Die empirische Industrieökonomik hat sich in den letzten zehn Jahren vor allem in den USA zu einem sehr aktiven Forschungsfeld und darüber hinaus zu einem unverzichtbaren Analysewerkzeug im Rahmen praktischer Wettbewerbsfälle und Kartellrechtsverfahren vor den Gerichten entwickelt. Bislang ist diese Entwicklung in Deutschland nur sehr zögerlich übernommen worden. Dies führte unter anderem dazu, dass in Deutschland nahezu keine empirische Evidenz zu den Determinanten der Kartellbildung, der Kartellaufzeit und vielen anderen wichtigen wettbewerbsökonomischen Problemen vorhanden ist. Aufgabe der Nachwuchsforschergruppe wird es daher sein, an der Verbesserung dieser Situation mitzuwirken, empirische Analysen der Wettbewerbsprozesse auf deutschen Märkten zu liefern sowie an der Entwicklung geeigneter Methoden mitzuarbeiten.

## Literatur

- ABRANTES-METZA, R., L. FROEB, J. GEWEKE und C. TAYLOR (2006). „A Variance Screen for Collusion“, *International Journal of Industrial Organization* 24, 467–486.
- BAJARI, P. (2004). „Estimating Dynamic Models of Imperfect Competition“, *NBER: Technical Working Paper 301*.
- BAJARI, P. und L. YE (2002). „Deciding Between Competition and Collusion“, *Review of Economics and Statistics* 85, 971–989.
- BALSMEIER, B. und H. PETERS (2007). „Personelle Unternehmensverflechtung und Vorstandsgehälter“. IÖB-Diskussionspapier, Universität Münster, Dezember 2007.
- BERRY, S. (1994). „Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation“, *Rand Journal of Economics* 25, 242–262.
- BERRY, S. und P. REISS (2007). „Empirical Models of Entry and Market Structure“, in: M. ARMSTRONG und R. H. PORTER (2007). *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam, Bd. 3, 1845–1886.

<sup>18</sup> Siehe dazu Berry und Reiss (2007) sowie Doraszelski und Pakes (2007).

<sup>19</sup> Die Entwicklung der Modellklasse der *Discrete-Choice*-Modelle für differenzierte Produkte begann insbesondere mit Berry (1994).

<sup>20</sup> Vgl. Pakes und McGuire (1994), Pakes *et al.* (2004) sowie Bajari (2004).

- BUDZINSKI, O. (2008). *The Governance of Global Competition, Competence Allocation in International Competition Policy*. Cheltenham, 121–134.
- BUNDESKARTELLAMT (2008). „Preismissbrauchsverfahren gegen Gasversorger weitgehend abgeschlossen“. Pressemitteilung vom 1. Dezember 2008. [http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/archiv/PressemeldArchiv/2008/2008\\_12\\_01.php](http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/archiv/PressemeldArchiv/2008/2008_12_01.php) (27.10.2009).
- DORASZELSKI, U. und A. PAKES (2007). „A Framework for Applied Dynamic Analysis in IO“, in: M. ARMSTRONG und R. H. PORTER (Hrsg.). *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam, Bd. 3, 1887–1966.
- ERDMANN, G. und P. ZWEIFEL (2008). *Energieökonomik, Theorie und Anwendungen*. Heidelberg, 216–248.
- FRIEDERISZICK, H. W., L. H. RÖLLER und V. VEROUDEN (2008). „European State Aid Control: An Economic Framework“, in: P. BUCCIROSSI (Hrsg.). *Handbook of Antitrust Economics*. Cambridge, MA, 625–670.
- GABRIELSEN, T. und S. VAGSTAD (2008). „Why is On-net Traffic Cheaper than Off-net Traffic? Access Markup as Collusive Device?“, *European Economic Review* 52, 99–115.
- HARRINGTON, J. E. (2008). „Detecting Cartels“, in: P. BUCCIROSSI (2008). *Handbook of Antitrust Economics*. Cambridge, MA, 213–258.
- HEIMESHOF, U. (2008). *Essays in Telecommunications Economics*. Dissertation. Nürnberg. <http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2008/1204/pdf/GerritUlrichHeimeshoffDissertation.pdf> (27.10.2009).
- HELLWIG, M. (2006). „Effizienz oder Wettbewerbsfreiheit? Zur normativen Grundlegung der Wettbewerbspolitik“, in: C. ENGEL (Hrsg.). *Recht und spontane Ordnung: Festschrift für Ernst-Joachim Mestmäcker*. Baden-Baden, 231–268.
- HELLWIG, M. (2007). „Wirtschaftspolitik als Rechtsanwendung: Zum Verhältnis von Jurisprudenz und Ökonomie in der Wettbewerbspolitik“. [http://www.uni-duesseldorf.de/HHU/RS/Meldungen\\_Dokumente/HeinEcomp/20090911\\_20090826\\_RP.pdf](http://www.uni-duesseldorf.de/HHU/RS/Meldungen_Dokumente/HeinEcomp/20090911_20090826_RP.pdf) (28.10.2009). (erscheint in *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 2009)
- HOERNIG, S. (2007). „On-net and Off-net Pricing on Asymmetric Telecommunications Markets“, *Information Economics and Policy* 19, 171–188.
- KPN (2007). „Complaint by Royal KPN N.V. to the European Commission Pursuant to Council Regulation EC No. 1/2003 against T-Mobile Deutschland GmbH and Vodafone D2 GmbH“. Juli 2007.
- MONOPOLKOMMISSION (2007). *Strom und Gas 2007: Wettbewerbsdefizite und zögerliche Regulierung*. Bonn.
- MONOPOLKOMMISSION (2008). *Weniger Staat, mehr Wettbewerb: Gesundheitsmärkte und staatliche Beihilfen in der Wettbewerbsordnung*. Bonn.
- PAKES, A. und P. MCGUIRE (1994). „Computing Markov-Perfect Nash Equilibria: Numerical Implications of a Dynamic Differentiated Product Model“, *Rand Journal of Economics* 25, 555–589.
- PAKES, A., M. OSTROVSKY und S. BERRY (2004). „Simple Estimators for the Parameters of Discrete Dynamic Games“, *NBER Working Paper 10506*.
- RÖLLER, L. H. (2005). „Economic Analysis and Competition Policy Enforcement in Europe“, in: P. VAN BERGEIJK (Hrsg.). *Modelling European Mergers*. Cheltenham, 13–26.
- SCHRÖER, S. (2005). „Gaspreise: Mangelnder Wettbewerb auf den Gasmärkten“, *HWWI Standpunkt*.
- SCHWALBE, U. und D. ZIMMER (2006). *Kartellrecht und Ökonomie*. Frankfurt am Main.
- WEIZSÄCKER, C. C. VON (2007). „Konsumentenwohlfahrt und Wettbewerbsfreiheit: Über den tiefen Sinn des ‚Economic Approach‘“, *Wirtschaft und Wettbewerb* 11, 1078–1084.



**WOLFGANG HOYER**

## **Selektion und Charakterisierung von Bindeproteinen für amyloidogene Peptide und Proteine**

### **Einleitung**

Die Verbreitung neurodegenerativer Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson, die typischerweise in fortgeschrittenem Alter auftreten, nimmt aufgrund der steigenden Lebenserwartung rasch zu. So wird beispielsweise ein Anstieg der Zahl weltweit an Demenz erkrankter Menschen von 36 Millionen im Jahr 2010 auf 66 Millionen im Jahr 2030 und 115 Millionen im Jahr 2050 erwartet.<sup>1</sup> Neben den einschneidenden Auswirkungen für die Patienten, deren Wahrnehmung, Gedächtnis, Denken, Fühlen und Bewegung eingeschränkt sind, ergeben sich enorme ökonomische und soziale Kosten, die die Gesundheitssysteme unter Druck setzen. Es ist dringend notwendig, die momentan weitestgehend symptomatische Behandlung durch effektive Therapien zu ersetzen, die an den molekularen Ursachen der Erkrankungen ansetzen.

Ein gemeinsames Merkmal praktisch aller neurodegenerativer Erkrankungen ist das Auftreten von Aggregaten fehlgefalteter Proteine beziehungsweise Peptide, der Amyloid-Aggregate. Seit einigen Jahren verdichten sich die Hinweise darauf, dass kleine, lösliche Vorläufer dieser Protein-Plaques in den betroffenen Hirnregionen Vorgänge auslösen können, die schließlich in der Degeneration der Nervenzellen resultieren. Die Charakterisierung der nanoskaligen Protein-Oligomere wird allerdings durch die Komplexität der Aggregationsprozesse und durch die strukturelle Flexibilität der beteiligten Proteine stark erschwert. So ist der exakte Mechanismus der Amyloid-Neurotoxizität weiterhin unbekannt.

Die Nachwuchsforschergruppe „Selektion und Charakterisierung von Bindeproteinen für amyloidogene Peptide und Proteine“ wird im November 2009 im Rahmen des Programms „Nachwuchsforschergruppen“ des Ministeriums für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen am Institut für Physikalische Biologie eingerichtet. In der Gruppe sollen die Protein-Fehlfaltung und die Eigenschaften von Protein-Oligomeren und Amyloid-Aggregaten untersucht werden. Kleine Bindeproteine, die spezifisch in die Aggregationsprozesse eingreifen können, werden zu diesem Zweck im Labor generiert. Solche Bindeproteine eignen sich, um grundlegende Mechanismen neurodegenerativer Erkrankungen zu studieren. Darüber hinaus sind sie Kandidaten für diagnostische und therapeutische Anwendungen.

### **Proteinfehlfaltung und Amyloid-Aggregation**

Proteine sind Moleküle, die aus einer Kette von Aminosäuren bestehen. Um ihre vielfältigen Funktionen im Organismus erfüllen zu können, nehmen sie im Prozess der Prote-

---

<sup>1</sup> Vgl. Prince und Jackson (2009: 2).

infaltung spezifische dreidimensionale Strukturen (Konformationen) an. Die Proteinstrukturen sind jedoch nicht starr, sondern besitzen eine gewisse Flexibilität, die strukturelle Veränderungen in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen erlaubt, Interaktionen mit unterschiedlichen Bindungspartnern ermöglicht und für die Funktion der Proteine von elementarer Bedeutung ist. Die strukturelle Flexibilität kann dabei soweit gehen, dass Proteine teilweise oder vollständig entfalten, also nicht mehr um eine fixe dreidimensionale Struktur fluktuieren, sondern weitgehend zufällige Konformationen annehmen. Bioinformatische Analysen des humanen Genoms legen nahe, dass ein beträchtlicher Teil der dort codierten Proteine beziehungsweise Proteindomänen zumindest zeitweise entfaltete Konformationen annehmen.<sup>2</sup> Solche intrinsisch unstrukturierten Proteine werden überdurchschnittlich häufig mit der Entstehung von Krankheiten in Verbindung gebracht.

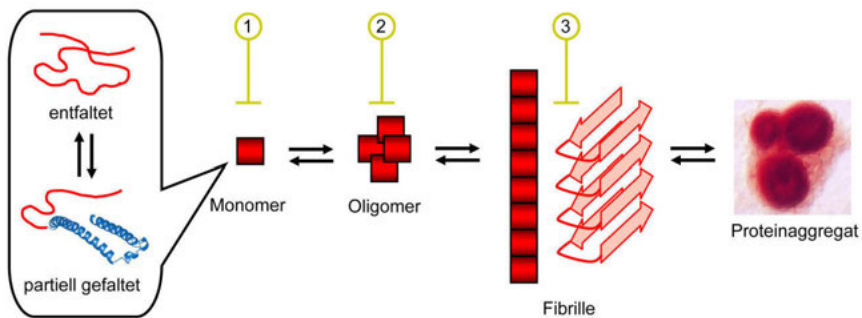


Abb. 1: Schema eines generellen Aggregationsmechanismus für amyloidogene Peptide und Proteine. Mögliche Interventionspunkte spezifischer Binder sind gekennzeichnet. Für die Fibrille ist die typische Amyloid-Cross- $\beta$ -Struktur skizziert.

Partiell oder vollständig entfaltete Proteine besitzen die Tendenz zu aggregieren, wobei sie fehlgefaltete Konformationen annehmen (Abb. 1). In den letzten zwei Jahrzehnten wurden solche Aggregationsprozesse als wichtige Elemente der Pathogenese zahlreicher Krankheiten identifiziert.<sup>3</sup> So findet man bei fast allen neurodegenerativen Erkrankungen Proteinablagerungen in den betroffenen Hirnregionen.<sup>4</sup> Obwohl die Proteinkomponente, die subzelluläre Lokalisation der Proteinaggregate sowie die betroffene Hirnregion je nach Erkrankung variieren, weisen die Ablagerungen starke strukturelle Gemeinsamkeiten auf und werden kollektiv als Amyloid bezeichnet. Der Hauptbestandteil der Amyloid-Aggregate sind Proteinfibrillen mit einem Durchmesser von circa zehn Nanometern (Abb. 2a–c). Den Kern der Fibrillen bilden lange  $\beta$ -Faltblätter, zu denen jedes eingebaute Protein-Monomer ein oder mehrere  $\beta$ -Stränge beisteuert. Die Bestimmung hochaufgelöster Strukturen der Amyloid-Fibrillen erweist sich als schwierig, jedoch konnten hier insbesondere mit Hilfe der Kernspinresonanz-Spektroskopie (NMR-Spektroskopie) zuletzt deutliche Fortschritte erzielt werden.<sup>5</sup>

<sup>2</sup> Vgl. Uversky *et al.* (2008: 215).

<sup>3</sup> Vgl. Herczenik und Gebbink (2008: 2115).

<sup>4</sup> Vgl. Skovronsky *et al.* (2006: 151).

<sup>5</sup> Vgl. Heise (2008: 179).



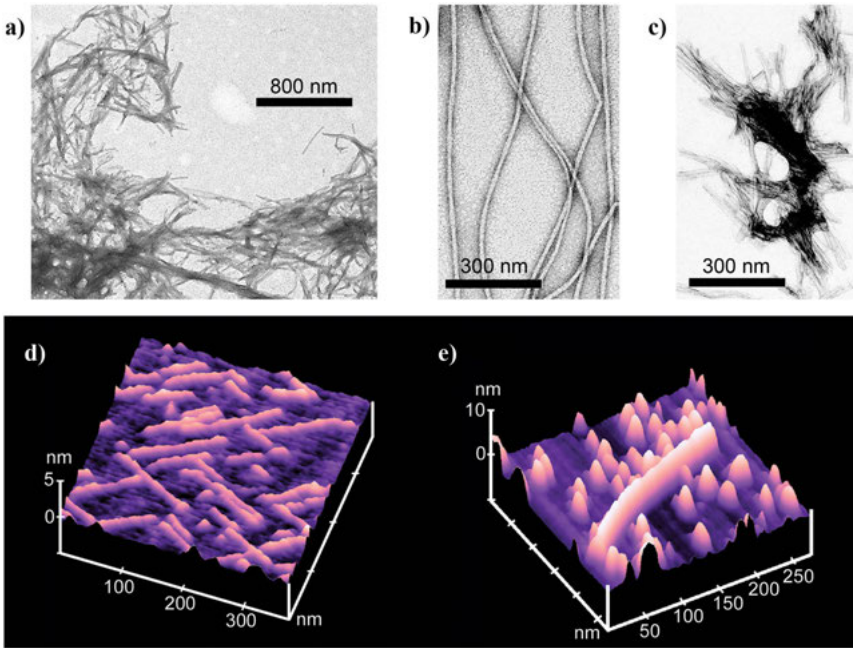


Abb. 2: Strukturen verschiedener Aggregate amyloidogener Proteine und Peptide. **a)–c)** Transmissions-elektronenmikroskopie von Amyloid-Fibrillen bestehend aus  $A\beta(1-40)$  (**a**),  $\alpha$ -Synuclein (**b**),  $\alpha$ -Synuclein(1–124) (**c**). **d), e)** Rasterkraftmikroskopie von  $\alpha$ -Synuclein-Aggregaten: circa 1 nm hohe oberflächeninduzierte isolierte  $\beta$ -Faltblätter (**d**); eine Protofibrille umgeben von circa 6 nm hohen Oligomeren (**e**).

Abgesehen von Amyloid-Fibrillen können amyloidogene Proteine weitere Aggregattypen bilden (Abb. 2d, e). Hier sind insbesondere kleinere, lösliche Oligomere zu nennen (Abb. 2e).<sup>6</sup> Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass die Neurotoxizität der Oligomere die der Fibrillen deutlich übertrifft; folglich könnte es sich bei den Oligomeren um die entscheidende toxische Spezies handeln.<sup>7</sup> Aufgrund ihrer geringen Stabilität und hohen strukturellen Flexibilität sind sie jedoch besonders schwer zu untersuchen, so dass ihre Struktur und ihr Wirkmechanismus bisher nicht im Detail aufgeklärt werden konnten.

Tabelle 1 zeigt eine Auswahl wichtiger neurodegenerativer Amyloid-Erkrankungen mit den dabei auftretenden Proteinablagerungen sowie den involvierten Proteinen beziehungsweise Peptiden. Dazu ist anzumerken, dass häufig verschiedene Proteinablagerungen gleichzeitig vorliegen. Beispielsweise werden in mehr als der Hälfte der Alzheimer-Fälle auch Lewy-Körperchen vorgefunden. Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass es sich bei der Proteinaggregation um einen fundamentalen Mechanismus der Neurodegeneration handelt.

<sup>6</sup> Vgl. Hoyer *et al.* (2004: 127) sowie Walsh und Selkoe (2007: 1172).

<sup>7</sup> Vgl. Kaye *et al.* (2003: 486).

Erkrankung	Proteinablagerung	amyloidogenes Protein/Peptid
Alzheimer-Krankheit	senile Plaques neurofibrilläre Tangles	A $\beta$ Tau
Parkinson-Krankheit	Lewy-Körperchen	$\alpha$ -Synuclein
Lewy-Körperchen-Demenz	Lewy-Körperchen	$\alpha$ -Synuclein
Chorea Huntington	neuronale Inklusionen	Huntingtin (htt)
Prionenerkrankungen (z. B. Creutzfeldt-Jakob; BSE)	pathogene Prionen	Prion-Protein (PrP)
Pick-Krankheit	Pick-Körperchen	Tau

Tab. 1: Auswahl wichtiger Amyloid-Degenerationen des Gehirns

## Bindeproteine für amyloidogene Peptide und Proteine

Moleküle, die konformationsspezifisch monomere, oligomere oder fibrilläre Formen amyloidogener Proteine binden, sind wichtige Werkzeuge zur Untersuchung der Mechanismen der Aggregatbildung und -toxizität.<sup>8</sup> Sie ermöglichen es, individuelle Proteinkonformationen zu detektieren, zu isolieren und zu analysieren. Bei der wichtigsten Molekülklasse, aus der konformationsspezifische Binder gewonnen werden, handelt es sich wiederum um Proteine, und zwar um Antikörper. Als Beispiel sei der polyklonale Antikörper A11 genannt, der selektiert wurde aufgrund seiner Affinität für ein synthetisches Imitat von Oligomeren des A $\beta$ -Peptids, das in die Alzheimer-Krankheit involviert ist.<sup>9</sup> A11 ist in der Lage, spezifisch Protein-Oligomere zu binden, und zwar nicht nur A $\beta$ -Oligomere, sondern auch Oligomere einer Reihe weiterer amyloidogener Proteine wie  $\alpha$ -Synuclein, Iset-Amyloid-Polypeptid, Polyglutamin und Prion-Protein (106–126). Diese Beobachtung zeigt, dass Oligomere verschiedener amyloidogener Proteine strukturelle und funktionelle Gemeinsamkeiten aufweisen, und macht Hoffnung, dass in Zukunft ein gemeinsamer therapeutischer Ansatz für unterschiedliche neurodegenerative Erkrankungen gefunden werden kann. Studien mit weiteren konformationsspezifischen Antikörpern haben indes darauf hingewiesen, dass es sich bei den Protein-Oligomeren um eine strukturell heterogene Sammlung von Spezies handelt, die vermutlich ein Kontinuum von Toxizitäten aufweisen.<sup>10</sup>

Da konformationsspezifische Bindemoleküle in die Aggregationsprozesse eingreifen können, verfügen sie über das Potenzial, als Therapeutika zu fungieren. In der Tat zählen konformationsspezifische Antikörper zu den aussichtsreichsten Kandidaten für die Therapie neurodegenerativer Erkrankungen.<sup>11</sup> Die präzisen molekularen Details der Interaktionen von Bindemolekülen mit Amyloid-Zielmolekülen, inklusive hochauflösender Strukturen der Komplexe, sind bisher allerdings weitgehend unbekannt; ein Umstand, der die strukturbasierte Wirkstofffindung erschwert. Zudem konnte die Wirksamkeit von Amyloid-Bindemolekülen bisher nicht in klinischen Studien belegt werden, was bedeutet, dass die genauen Eigenschaften effektiver Bindemoleküle noch unbekannt sind.

<sup>8</sup> Vgl. Leliveld und Korth (2007: 2285).

<sup>9</sup> Vgl. Kaye *et al.* (2003: 486).

<sup>10</sup> Vgl. Glabe (2008: 29639).

<sup>11</sup> Vgl. Brody und Holtzman (2008: 175).

In der Nachwuchsforschergruppe sollen Amyloid-Bindeproteine generiert werden, für die es möglich ist, eine detaillierte strukturelle, biophysikalische und funktionelle Beschreibung zu erhalten. Zu diesem Zweck wird auf Bindeproteine zurückgegriffen, die verglichen mit Antikörpern eine deutlich geringere Größe und Komplexität aufweisen. Dies erlaubt erstens die unkomplizierte rekombinante Expression und Aufreinigung großer Mengen der Bindeproteine für ihre Charakterisierung und Anwendung. Zweitens ermöglicht die geringe Größe die Bestimmung hochauflösender Proteinstrukturen mit Hilfe der NMR-Spektroskopie. Dies ist von entscheidender Bedeutung, da die NMR-Spektroskopie die Methode der Wahl ist für die Strukturaufklärung partiell entfalteter und amyloidogener Proteine und Peptide. Zum einen ist die NMR-Spektroskopie im Gegensatz zur Röntgenkristallografie nicht auf hochgeordnete Proteinkristalle angewiesen, zum anderen ermöglicht sie die Untersuchung von Faltungs- und Entfaltungsvorgängen.

In den letzten Jahren haben sich Bindeproteine, die nicht auf dem Antikörpergrundgerüst basieren, als wertvolle Alternativen mit Anwendungsmöglichkeiten in der Biotechnologie, Diagnostik und Therapie etabliert.<sup>12</sup> Sie werden generiert über kombinatorisches Engineering, ausgehend von stabilen Proteingrundgerüsten, die randomisierte Aminosäuren oder Sequenzeinschübe an definierten Positionen besitzen. Bindeproteine für das gewünschte Zielmolekül werden unter Verwendung eines Selektionssystems, wie zum Beispiel Phagen-Display, aus großen Bibliotheken gewonnen. Affibody-Proteine sind eine Klasse solcher alternativer Bindeproteine.<sup>13</sup> Sie basieren auf dem Grundgerüst der Z-Domäne, einer modifizierten Version der IgG bindenden B-Domäne des Oberflächenproteins A von *Staphylococcus aureus*. Die Z-Domäne besitzt die Struktur eines Dreihelixbündels bestehend aus 58 Aminosäuren (Abb. 3a). Um Affibody-Bibliotheken zu erhalten, werden ausgewählte Aminosäurereste an der Oberfläche der Z-Domäne einer kombinatorischen Mutagenese unterzogen. Aus den resultierenden Bibliotheken konnten bereits Binder für sehr unterschiedliche Zielproteine selektiert werden, mit Affinitäten bis in den picomolaren Bereich. In der Nachwuchsforschergruppe wird das Affibody-Grundgerüst erstens aufgrund seiner geringen Größe zur Anwendung kommen, und zweitens, weil bereits ein Affibody-Bindeprotein ( $Z_{A\beta 3}$ ) mit hoher Affinität für ein amyloidogenes Peptid ( $A\beta$ ) erfolgreich selektiert werden konnte, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird.

### **$Z_{A\beta 3}$ – Ein Bindeprotein für das $A\beta$ -Peptid**

Das Affibody-Protein  $Z_{A\beta 3}$  wurde im Labor von Stefan Ståhl, KTH Stockholm, als Binder für  $A\beta$ -Monomere selektiert.<sup>14</sup> Die strukturelle und biophysikalische Analyse der  $Z_{A\beta 3}:A\beta$ -Interaktion habe ich in der Gruppe von Torleif Hård an der Universität Göteborg durchgeführt.<sup>15</sup>  $Z_{A\beta 3}$  bindet  $A\beta$ -Monomere mit hoher Affinität (Dissoziationskonstante  $K_d = 17$  nM). Die Struktur des  $Z_{A\beta 3}:A\beta$ -Komplexes wurde mit NMR-Spektroskopie bestimmt; sie ist die erste hochaufgelöste Struktur von  $A\beta$  in Komplex mit einem Aggregationsinhibitor (Abb. 3b–d).

---

<sup>12</sup> Vgl. Binz *et al.* (2005: 1257).

<sup>13</sup> Vgl. Nygren (2008: 2668).

<sup>14</sup> Grönwall *et al.* (2007: 162).

<sup>15</sup> Hoyer *et al.* (2008: 5099) sowie Hoyer und Hård (2008: 398).

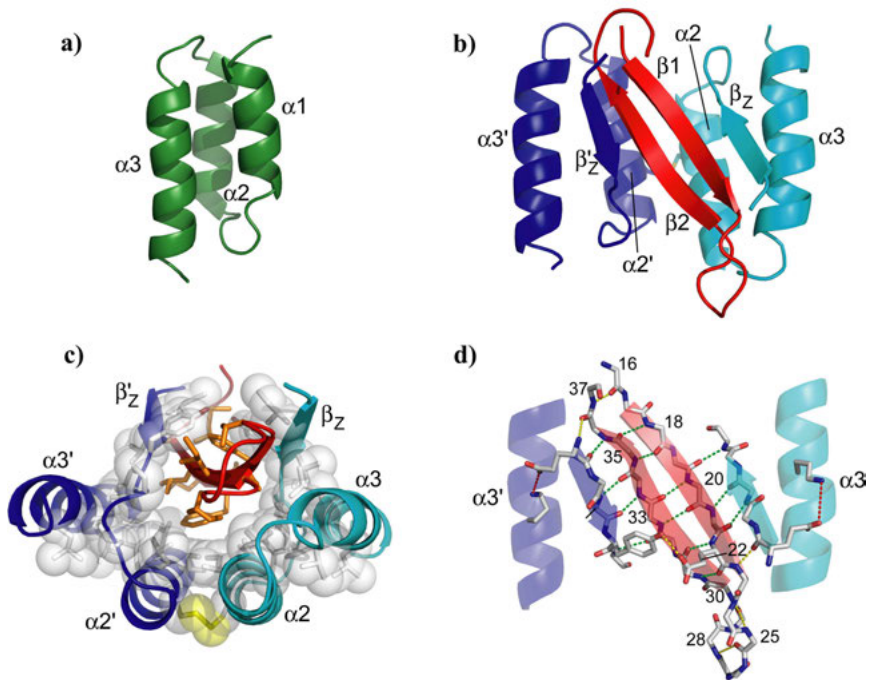


Abb. 3: NMR-Proteinstrukturen. Topologien der Z-Domäne (a) und des  $Z_{A\beta 3}$ :A $\beta$ -Komplexes [A $\beta$  in rot,  $Z_{A\beta 3}$  Untereinheiten in blau und cyan] (b). c) Der hydrophobe Kern des  $Z_{A\beta 3}$ :A $\beta$ -Komplexes. Unpolare Seitenketten mit weniger als 33 Prozent Wasserkontakt sind als orange Stäbchen (für A $\beta$ ) beziehungsweise als weiße Stäbchen und Kugeln (für  $Z_{A\beta 3}$ ) dargestellt. d) Das intermolekulare  $\beta$ -Faltblatt mit dem A $\beta$ - $\beta$ -Hairpin (rot). Die Nummern einiger Aminosäurereste von A $\beta$  im  $\beta$ -Hairpin sind angegeben.

Monomeres A $\beta$  ist in Lösung weitgehend entfaltet. Bei der Bindung an  $Z_{A\beta 3}$  faltet es jedoch teilweise und nimmt in der gefalteten Region (Aminosäurereste 17–36) eine  $\beta$ -Hairpin-Konformation an, deren  $\beta$ -Stränge die Reste 17–23 und 30–36 umfassen (Abb. 3d). Die Positionen dieser Strukturelemente ähneln stark denen, die bei A $\beta$ -Fibrillen gefunden werden. Im Gegensatz zu A $\beta$  in fibrillärer Form interagieren die beiden  $\beta$ -Stränge hier jedoch über Wasserstoffbrückenbindungen des Polypeptidrückgrats, sie bilden also ein  $\beta$ -Faltblatt.  $Z_{A\beta 3}$  stabilisiert dieses Faltblatt, indem es an beide Kanten jeweils einen kurzen  $\beta$ -Strang zufügt, so dass ein intermolekulares  $\beta$ -Faltblatt entsteht. Darüber hinaus faltet sich  $Z_{A\beta 3}$  um die unpolaren (und damit aggregationsfreudigen) Ober- und Unterseiten des A $\beta$ - $\beta$ -Hairpins und begräbt diesen gleichsam in einem hydrophoben, tunnelartigen Hohlraum (Abb. 3c). Die Struktur offenbart eine Präferenz des A $\beta$ -Peptids für eine intramolekulare  $\beta$ -Faltblatt-Konformation, die zuvor nicht bekannt war. Die Struktur- und biophysikalischen Untersuchungen zeigen, dass die Bindung an die (weitere) Faltung von beiden Interaktionspartnern gekoppelt ist, was sich unter anderem in einer großen negativen Veränderung der Wärmekapazität äußert.

Als Folge des effektiven Einschlusses der hydrophoben, aggregationsfreundigen Regionen von A $\beta$  im Kern des Z $A_{\beta 3}$ :A $\beta$ -Komplexes inhibieren stöchiometrische Konzentrationen von Z $A_{\beta 3}$  sowohl die Oligomerisierung als auch die Fibrillenbildung des Peptids vollständig (Abb. 4a). Werden stöchiometrische Konzentrationen von Z $A_{\beta 3}$  zu einer laufenden Fibrillierungsreaktion zugegeben, wird jegliche weitere Aggregation unmittelbar unterbunden (Abb. 4b). Diese Experimente zeigen, dass Z $A_{\beta 3}$  die Amyloidbildung unterbindet, indem es monomeres A $\beta$  bindet, und dass monomeres A $\beta$  während der Fibrillenwachstumsphase zugänglich ist.

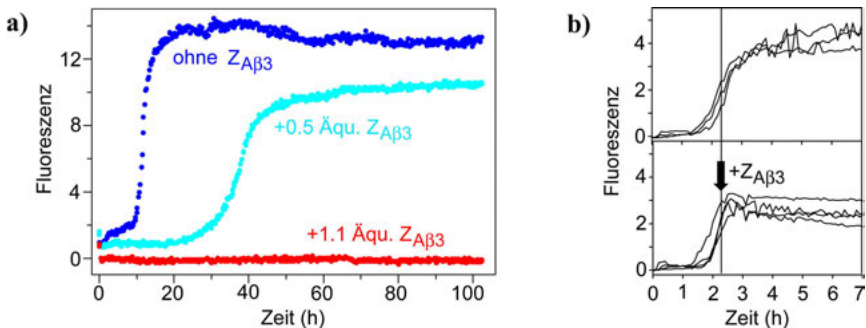


Abb. 4: Inhibierung der A $\beta$ -Amyloid-Aggregation durch Z $A_{\beta 3}$ . Die Aggregationskinetiken wurden mit Hilfe der Fluoreszenz des Amyloid bindenden Farbstoffs Thioflavin T verfolgt. **a)** Zugabe verschiedener molarer Äquivalente von Z $A_{\beta 3}$  zu Beginn des Experiments. **b)** Aggregationskinetik ohne (oben) und mit (unten) Zugabe eines molaren Äquivalents von Z $A_{\beta 3}$  während des Aggregationsprozesses.

Diese Experimente werden ergänzt durch Studien im Tiermodell, die unter anderem darüber Aufschluss geben werden, ob eine Alzheimer-Therapie, die auf der Bindung von monomeren A $\beta$  basiert, eine vielversprechende Option darstellt.

## Ausblick

Der Affibody Z $A_{\beta 3}$  zeigt, dass es möglich ist, kleine Bindeproteine für entfaltete, amyloidogene Proteine und Peptide zu selektieren. Diese Bindeproteine können Gewinn bringend eingesetzt werden, um (a) die strukturellen Eigenschaften der Bindungspartner zu beleuchten, (b) die Biophysik von Protein-Protein-Interaktionen amyloidogener Proteine zu charakterisieren und (c) therapeutische Optionen für neurodegenerative Erkrankungen zu evaluieren. Hier setzt die Nachwuchsforscherguppe an, mit dem Ziel, Bindeproteine für weitere Proteine beziehungsweise Konformationen zu selektieren und ihre Interaktionen mit den Bindungspartnern detailliert zu charakterisieren. Ein wesentliches Ziel ist dabei, ein vertieftes Verständnis der Amyloid-Strukturbiologie zu gewinnen. Hierfür spielt die enge Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich eine entscheidende Rolle. Die Anwendung der NMR-Spektroskopieinstrumente der Heinrich-Heine-Universität auf dem Campus des Forschungszentrums macht einen wichtigen Teil der geplanten Forschungstätigkeit aus. Ein weiterer Schwerpunkt wird sein, die Mechanismen der Bildung und Auflösung von Oligomeren und Amyloid-Fibrillen mit Hilfe der neuen Bindeproteine *in vitro*

und *in vivo* zu untersuchen. Beispielsweise können Bindeproteine wie Z $\alpha$  $\beta$  bestimmte Aggregatformen über die Massenwirkung auflösen. Daraus lassen sich Rückschlüsse ziehen auf relative thermodynamische und kinetische Stabilitäten verschiedener Aggregate in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen. Durch ein besseres Verständnis der strukturellen Dynamik amyloidogener Proteine sollen letztendlich Mechanismen der Entstehung von Neurotoxizität aufgeklärt und Wege zu ihrer Inhibierung aufgezeigt werden.

## Literatur

- BINZ, H. K., P. AMSTUTZ und A. PLÜCKTHUN (2005). „Engineering novel binding proteins from nonimmunoglobulin domains“, *Nature Biotechnology* 23, 1257–1268.
- BRODY, D. L. und D. M. HOLTZMAN (2008). „Active and passive immunotherapy for neurodegenerative disorders“, *Annual Review of Neuroscience* 31, 175–193.
- GLABE, C. G. (2008). „Structural classification of toxic amyloid oligomers“, *Journal of Biological Chemistry* 283, 29639–29643.
- GRÖNWALL, C., A. JONSSON, S. LINDSTRÖM, E. GUNNERIUSSON, S. STÅHL und N. HERNE (2007). „Selection and characterization of Affibody ligands binding to Alzheimer amyloid  $\beta$  peptides“, *Journal of Biotechnology* 128, 162–183.
- HEISE, H. (2008). „Solid-state NMR spectroscopy of amyloid proteins“, *ChemBioChem* 9, 179–189.
- HERCZENIK, E. und M. F. GEBBINK (2008). „Molecular and cellular aspects of protein misfolding and disease“, *The FASEB Journal* 22, 2115–2133.
- HOYER, W., D. CHERNY, V. SUBRAMANIAM und T. M. JOVIN (2004). „Rapid self-assembly of  $\alpha$ -synuclein observed by in situ atomic force microscopy“, *Journal of Molecular Biology* 340, 127–139.
- HOYER, W., T. HÄRD (2008). „Interaction of Alzheimer’s A $\beta$  peptide with an engineered binding protein – thermodynamics and kinetics of coupled folding-binding“, *Journal of Molecular Biology* 378, 398–411.
- HOYER, W., C. GRÖNWALL, A. JONSSON, S. STÅHL und T. HÄRD (2008). „Stabilization of a  $\beta$ -hairpin in monomeric Alzheimer’s amyloid- $\beta$  peptide inhibits amyloid formation“, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 5099–5104.
- KAYED, R., E. HEAD, J. L. THOMPSON, T. M. MCINTIRE, S. C. MILTON, C. W. COTMAN und C. G. GLABE (2003). „Common structure of soluble amyloid oligomers implies common mechanism of pathogenesis“, *Science* 300, 486–489.
- LELIVELD, S. R. und C. KORTH (2007). „The use of conformation-specific ligands and assays to dissect the molecular mechanism of neurodegenerative diseases“, *Journal of Neuroscience Research* 85, 2285–2297.
- NYGREN, P.-Å. (2008). „Alternative binding proteins: affibody binding proteins developed from a small three-helix bundle scaffold“, *FEBS Journal* 275, 2668–2676.
- PRINCE, M. und J. JACKSON (2009). *World Alzheimer Report 2009. Executive Summary*. <http://www.alz.co.uk/research/files/WorldAlzheimerReportExecutiveSummary.pdf> (25.10.2009).
- SKOVRONSKY, D. M., V. M. LEE und J. Q. TROJANOWSKI (2006). „Neurodegenerative diseases: new concepts of pathogenesis and their therapeutic implications“, *Annual Review of Pathology* 1, 151–170.
- UVERSKY, V. N., C. J. OLDFIELD und A. K. DUNKER (2008). „Intrinsically disordered proteins in human diseases: introducing the D2 concept“, *Annual Review of Biophysics* 37, 215–246.
- WALSH, D. M. und D. J. SELKOE (2007). „A $\beta$  oligomers – a decade of discovery“, *Journal of Neurochemistry* 101, 1172–1184.

**Interdisziplinäre Forscherverbände  
an der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**





# ULRICH VON ALEMANN und ANNIKA LAUX

## Parteimitglieder in Deutschland. Die Deutsche Parteimitgliederstudie 2009

### Das Institut: PRuF

Das Institut für Deutsches und Europäisches Parteienrecht, 1991 aus dem Forschungsprojekt „Das Parteienrecht der EG-Staaten“ (Beginn: 1985) hervorgegangen, wurde insbesondere durch seine führende Rolle bei der Aufarbeitung und Aufklärung der verschiedenen Parteienfinanzierungsskandale national und international bekannt. Zunächst unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Dimitris Th. Tsatsos, seit 1997 unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. Martin Morlok, an der FernUniversität in Hagen angesiedelt, hat das Institut im Zuge der Umstrukturierung der nordrhein-westfälischen Hochschullandschaft seinen neuen Sitz an der Heinrich-Heine-Universität in der Landeshauptstadt Düsseldorf gefunden. Hier konnte das Aufgabenspektrum des Instituts durch die neue Kooperation mit der politikwissenschaftlichen Parteienforschung erweitert werden. Dem Rechnung tragend hat das Institut eine Namensänderung erfahren und firmiert nunmehr als Institut für Deutsches und Europäisches Parteienrecht und Parteienforschung (PRuF) als interdisziplinäre Einrichtung der Juristischen und Philosophischen Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Im Rahmen dieser Erweiterung ist Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann, Inhaber des Lehrstuhls für das Politische System der Bundesrepublik Deutschland, als stellvertretender Direktor in die Institutsleitung eingetrückt. Durch das Kuratorium wird die fruchtbare Verknüpfung zwischen Wissenschaft und Praxis gewährleistet.

Das Institut verfolgt seit langem die Entstehung und Entwicklung politischer Parteien auf europäischer Ebene. So haben Institutsmitglieder Professor Tsatsos' Initiative für ein Statut für politische Parteien auf europäischer Ebene wissenschaftlich begleitet, das seit 2004 geltendes EU-Recht ist. Nicht zuletzt gibt das Institut mit seinen wissenschaftlichen Symposien und der eigenen Zeitschrift *Mitteilungen des Instituts für Deutsches und Europäisches Parteienrecht und Parteienforschung* (MIP) einer interessierten Öffentlichkeit Gelegenheit zur Debatte und Diskussion aktueller Themen aus seinem Forschungsspektrum.

Die Grundlagenforschung über Parteienrecht und sozialwissenschaftliche Parteienprobleme ist die eigentliche wissenschaftliche Basis der Tätigkeit des PRuF. Sie legt das Fundament für das weitere Aufgabenspektrum: die angewandte Forschung, die Lehre und die Öffentlichkeitsarbeit. In rechtswissenschaftlicher Hinsicht ist die erste Aufgabe des Instituts, den Ausbau dogmatischer Strukturen im Parteienrecht voranzutreiben, die eine Vernetzung zwischen einzelnen Teilen des Parteirechts bewirken, damit das juristische System eine Autonomie gegenüber externen Steuerungsversuchen gewinnt. Aus politikwissenschaftlicher Perspektive steht im Zentrum der Grundlagenforschung die Frage nach Sinn und Nutzen von Parteien. Neben dieser Grundlagenforschung betreibt das Institut angewandte Forschung, zum Beispiel den ersten Kommentar zum Parteienrecht, leistet

Beratung bei parteirechtlichen Problemen aus der Praxis und nimmt gegenüber der Öffentlichkeit eine Informations- und Aufklärungsfunktion ein.

Im Folgenden soll nun mit der Parteimitgliederstudie 2009 ein aktuelles Forschungsprojekt aus dem politikwissenschaftlichen Bereich des PRuF vorgestellt werden.

## **Das Problem: Mitgliederschwund**

Seit Anfang der 1980er Jahre sind die Parteimitgliederzahlen in Deutschland, sowohl in absoluten Zahlen als auch in Relation zur wahlberechtigten Bevölkerung, rückläufig. Noch 1983 konnten die im Bundestag vertretenen Parteien zusammen 1,94 Millionen Mitglieder verzeichnen, Ende 2006 waren es weniger als 1,5 Millionen.<sup>1</sup> Der Anteil an den Wahlberechtigten ist von 4,4 Prozent Anfang der 80er Jahre auf 2,6 Prozent im Jahr 2003 gefallen.<sup>2</sup> Dieser Mitgliederschwund ist jedoch nicht allein auf Deutschland beschränkt, vielmehr zeichnet er sich in beinahe allen westeuropäischen Ländern ab.<sup>3</sup>

Die Parteien, in ihrer althergebrachten Form als Mitgliederparteien, befinden sich damit in einer ernst zu nehmenden Krise, die sich in drei zentralen Bereichen manifestiert: Die Parteien leiden unter einer Rekrutierungsschwäche, weil die Neueintritte in die Parteien die Austritte nicht kompensieren können. Hinzu tritt eine Nachwuchskrise, da es den Parteien insbesondere nicht gelingt, junge Menschen zu werben. Damit eng verzahnt kommt es zu einer Überalterung der Parteien.

Unabhängig davon, ob man soweit gehen möchte, diese Entwicklung der Parteimitgliedschaft für ein Anzeichen des baldigen Niedergangs der Mitgliederparteien zu halten, deutet sich doch in jedem Fall eine langfristige Krise für die Parteien als Organisationen in ihrer bisherigen Form an. Dies wirft die Frage auf, warum es den Parteien nicht mehr gelingt, Mitglieder zu gewinnen und langfristig an sich zu binden.

In modernen Demokratien ist das Engagement in Parteien nur noch eine unter vielen politischen Partizipationsmöglichkeiten. Neben weiteren konventionellen Partizipationsformen, wie der Teilnahme an Wahlen, bieten beispielsweise Bürgerinitiativen, Unterschriftensammlungen oder auch Demonstrationen und Boykotte den Bürgern vielfältige unkonventionelle Möglichkeiten, sich politisch zu beteiligen. Im Gegensatz zu einer Parteimitgliedschaft, die ein dauerhaftes und organisationsgebundenes Engagement erfordert, sind insbesondere die unkonventionellen Partizipationsformen zeitlich flexibler handhabbar, lassen auch ein rein punktuelles beziehungsweise einmaliges Engagement zu und passen sich daher nicht zuletzt den individueller und oft komplexer gewordenen Lebensläufen der Bürger an.

Ebenso muss in Betracht gezogen werden, dass der Mitgliederschwund letztlich auf ein nachlassendes Interesse der Parteien selbst an ihren Mitgliedern zurückzuführen ist. Für die Parteien als Organisationen ist es beispielsweise weniger entscheidend, wie viele Mitglieder sie insgesamt haben, sondern wie viele ihrer Mitglieder sich auch tatsächlich aktiv an der Parteiarbeit beteiligen. Trotz der rückläufigen Mitgliederzahlen in Deutschland scheint zumindest ein harter Kern von Aktiven bislang relativ stabil geblieben zu sein. Darüber hinaus argumentieren viele Autoren, der Mitgliederschwund korreliere mit

---

<sup>1</sup> Vgl. Niedermayer (2007: 370).

<sup>2</sup> Vgl. Wiesendahl (2006: 44).

<sup>3</sup> Vgl. von Alemann und Spier (2008: 32).

einem Wandel der Parteien hin zu einem Typus, der mit einem relativen oder gar totalen Bedeutungsverlust der Mitglieder einhergeht.<sup>4</sup> *Catch-all-parties*, professionalisierte Wählerparteien oder Kartellparteien wären in der Tat nicht länger auf eine breite Mitgliederbasis angewiesen.

Doch sprechen die anhaltenden Versuche der Parteien, sich gegen den Mitgliederschwind zur Wehr zu setzen, nicht für ein in diesem Sinne verändertes Selbstverständnis. Vielmehr streben die Parteien nach wie vor danach, ihren Status als Mitgliederparteien nicht zu verlieren. Auch zeigt gerade die neuere Forschung in ihrer Bewertung der Parteimitglieder einen gegenläufigen Trend. So werden Parteimitglieder wieder als wichtige Stützen des lokalen Wahlkampfes wahrgenommen oder fungieren als Multiplikatoren und Botschafter, ohne dass professionelle Strukturen und massenmediale Vermittlung dies ersetzen könnten.<sup>5</sup>

Demnach blicken wir auf ein problematisches Szenario: Parteimitglieder werden von den Parteien gebraucht und gewollt, sie stehen aber offenkundig nicht mehr in ausreichendem Maße zur Verfügung. Ob und gegebenenfalls wie die Parteien diesem Mitgliederschwind entgegenwirken können, kann aber erst geklärt werden, nachdem grundlegende Fragen zur Partizipation in politischen Parteien beantwortet sind: Was veranlasst Bürger, in Parteien einzutreten? Warum engagieren sie sich aktiv in Parteien? Kurzum: Welche positiven und negativen Anreize beeinflussen die Entscheidung eines Bürgers, Mitglied einer Partei zu werden und sich in der Partei aktiv zu beteiligen?

Mit diesen Determinanten der Partizipation in politischen Parteien beschäftigt sich die Deutsche Parteimitgliederstudie 2009. Sie wird vom PRuF gemeinsam mit der Universität Hannover seit Anfang dieses Jahres durchgeführt, und zwar als Teilreplikation der Potsdamer Parteimitgliederstudie von 1998. Die Potsdamer Parteimitgliederstudie war die erste bundesweite Befragung einer repräsentativen Zahl von Mitgliedern aller im Bundestag vertretenen Parteien. Ziel war es, die Zusammensetzung der Parteimitgliedschaften sowie die Beitritts- und innerparteilichen Aktivitätsmotive näher zu erforschen.

Um diesen Einblick in das Innenleben der Parteimitgliedschaft auch in einer langfristigen Perspektive zu ermöglichen, haben die Universitäten Düsseldorf und Hannover das Projekt nun 2009 fortgesetzt und erweitert. Für die Bestandsaufnahme der Parteimitgliedschaft in Deutschland bieten die beiden Studien zusammengenommen erstmals die Möglichkeit eines Längsschnittvergleichs für alle auf Bundesebene parlamentarisch vertretenen Parteien.

## **Die Antwort: Die Deutsche Parteimitgliederstudie 2009**

Die Deutsche Parteimitgliederstudie 2009 wird unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann (Düsseldorf) und Univ.-Prof. Dr. Markus Klein (Hannover) durchgeführt. Projektmanager sind Dr. Tim Spier und Dr. Alexandra Nonnenmacher. Weitere wissenschaftliche Mitarbeiter sind Annika Laux und Katharina Rohrbach. Als wissenschaftliches Projekt wird die Parteimitgliederstudie von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert.

---

<sup>4</sup> So zum Beispiel von Beyme (2000).

<sup>5</sup> Vgl. für eine Übersicht über diese Forschungsliteratur Wiesendahl (2009: 243 f.).

Sie untersucht die sozialstrukturelle, psychografische und aktivitätsbezogene Zusammensetzung der Mitgliedschaft der deutschen Parteien sowie die Motive des Parteibeitritts, der innerparteilichen Aktivität und des Parteiaustritts. Unter Rückgriff auf die Ergebnisse der Potsdamer Parteimitgliederstudie kann mit Hilfe der neu erhobenen Daten der mögliche Wandel der Parteimitgliedschaften und der Motivstrukturen über den Zeitraum eines Jahrzehnts analysiert werden. Damit legen die beiden Studien den Grundstein für eine langfristig angelegte zeitvergleichende Beobachtung der parteibezogenen Partizipation in der Bundesrepublik Deutschland.

Die Deutsche Parteimitgliederstudie umfasst zwei Elemente: eine postalische Parteimitgliederbefragung mit unabhängigen repräsentativen Stichproben für die Mitglieder der sechs Bundestagsparteien und eine telefonische Bevölkerungsumfrage mit je unabhängigen repräsentativen Stichproben für Parteimitglieder, ehemalige Parteimitglieder und die übrige Bevölkerung.

### **Das erste Element: Postalische Befragung**

Die postalische Mitgliederbefragung wurde im Zeitraum vom 25. März bis 20. Mai 2009 von den Parteizentralen versandt. Sie wurde doppelt anonym durchgeführt; das heißt, das Projektteam hatte keine Kenntnis von den Adressen der Befragten, die Parteizentralen wiederum bekamen den Inhalt der Rücksendungen nicht zu Gesicht. Um diese doppelte Anonymität gewährleisten zu können, wurde die Versendung örtlich getrennt organisiert: Die Vorbereitung der Materialien erfolgte an der Universität Düsseldorf, die Etikettierung und der Versand dagegen durch die Geschäftsstellen der Parteien in Berlin beziehungsweise München. Alle Antwortschreiben gingen wiederum an die Universität Düsseldorf.

Die Befragten wurden durch eine repräsentative Zufallsstichprobe von 3.000 Mitgliedern je Partei ausgewählt, mit einer Schichtung der Stichprobe nach Ost und West (1.000 Mitglieder Ost, 2.000 Mitglieder West). Ausnahmen bildeten die CSU, für die der Ostanteil entfiel und daher nur 2.000 Mitglieder im Westen befragt wurden, sowie die Linke, für die Ost- und Westanteile umgekehrt geschichtet wurden (2.000 Mitglieder Ost, 1.000 Mitglieder West). Insgesamt umfasste die Bruttostichprobe 17.000 Befragte.

Um einen größtmöglichen Rücklauf zu erreichen, folgte der Ablauf der postalischen Befragung der so genannten *Total Design Method* nach Dillman,<sup>6</sup> die fünf Kontaktversuche pro Befragtem vorsieht: Die Befragung beginnt dabei mit einem Ankündigungsschreiben der Parteigeschäftsführer, eine Woche später erhalten alle Teilnehmer den Fragebogen mit Rückumschlag, eine weitere Woche später ein kombiniertes Dankes- und Erinnerungsschreiben in Form einer Postkarte. Weitere zwei Wochen später wird anhand der Rücklaufkontrolle zum zweiten Mal ein Fragebogen mit Rückumschlag an die Teilnehmer versendet, die bislang nicht geantwortet haben; diese erhalten wieder zwei Wochen später erneut ein kombiniertes Dankes- und Erinnerungsschreiben. Die erreichten Rücklaufquoten zeigt Abbildung 1.

Im Vergleich zur Potsdamer Studie 1998 (66 Prozent) ist der Rücklauf insgesamt damit etwas geringer ausgefallen, aber mit 56,3 Prozent für vergleichbare Studien immer noch ganz ausgezeichnet. Die Verteilung auf die einzelnen Parteien ist weitgehend gleichgeblieben: Die meisten Rückläufe kamen von der Linken, dicht gefolgt von Bündnis 90/Die

<sup>6</sup> Vgl. Dillman (1978).

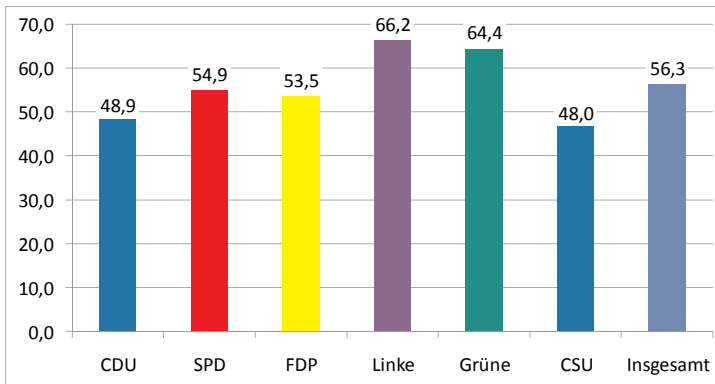


Abb. 1: Deutsche Parteimitgliederstudie 2009; Rücklauf bis 6. Oktober 2009

Grünen (in der Potsdamer Studie lagen die Grünen knapp vor der damaligen PDS). SPD und FDP bilden das eng zusammenliegende Mittelfeld, Schlusslicht sind die beiden Unionsparteien.

Bei den verschickten Fragebögen handelt es sich um parteiangepasste, aber inhaltsgleiche Versionen einer 24-seitigen Grundversion. Inhaltlich werden verschiedene Bereiche abgedeckt. Zunächst geht es um den Parteibeitritt, genauer gesagt um das Beitrittsdatum, -gründe und – sofern vorhanden – den konkreten Beitrittsanlass. Es folgen Form, Ausmaß und Motivation der Aktivität in der Partei. Wie bereits angedeutet, ist es für die Parteien insbesondere von Bedeutung, ob ihnen die aktiven Mitglieder abhanden kommen, denn abgesehen von ihren Beitragszahlungen leisten passive Mitglieder eben nicht den von Mitgliederparteien benötigten Beitrag zur Parteiorganisation. Es spielt daher nicht nur eine Rolle, ob und gegebenenfalls wie und warum Bürger Mitglied einer Partei werden, sondern ebenso, ob und gegebenenfalls wie und warum sie nach ihrem Beitritt auch aktiv in der Partei mitarbeiten. Beide Fragenkomplexe gehen von dem Anreizmodell (*General-Incentives-Modell*) nach Seyd und Whiteley aus.<sup>7</sup>

Als neues Themenfeld gegenüber der Potsdamer Studie von 1998 beschäftigt sich ein größerer Fragenblock mit Unzufriedenheit und Austrittsgedanken der Parteimitglieder. Einige Bundesparteien, darunter Bündnis 90/Die Grünen und die SPD, haben in den vergangenen zehn Jahren für ihre Wähler und Mitglieder unliebsame Entscheidungen getroffen und an unpopulären Reformen mitgewirkt. Aber auch auf regionaler und lokaler Ebene finden bei allen Parteien konfliktträchtige inhaltliche und organisatorische Richtungsentscheidungen statt. In Anlehnung an das Modell von Hirschman<sup>8</sup> werden in diesem Fragenblock verschiedene Reaktionsmöglichkeiten auf Unzufriedenheit mit der Parteimitgliedschaft erhoben, wobei ein besonderes Augenmerk auf den Bedingungen liegt, unter denen sich ein Parteimitglied für den Austritt entscheidet.

Die Bemühungen der Parteien aufgreifend, eine Mitgliedschaft für potenzielle beziehungsweise bereits gewonnene Mitglieder attraktiver zu machen, sollen die befragten Par-

<sup>7</sup> Vgl. Seyd und Whiteley (1992).

<sup>8</sup> Vgl. Hirschman (1970).

teimitglieder anschließend ausgewählte Organisationsprinzipien und Parteireformen bewerten. Um die Zustimmung zu den Parteireformen zu ermitteln, sollten die Befragten beispielsweise folgende Frage beantworten:

**22 In der Vergangenheit wurden verschiedene Maßnahmen diskutiert, um die Mitgliedschaft in Parteien attraktiver zu machen. Einige sind auch schon umgesetzt worden. Wie sinnvoll finden Sie persönlich die folgenden Reformmaßnahmen?**

(Bitte machen Sie in jeder Zeile ein Kreuz)

	sehr sinnvoll	eher sinnvoll	teils- teils	eher nicht sinnvoll	über- haupt nicht sinnvoll
22A Bestimmung des/der Bundesvorsitzenden durch Mitgliederentscheid.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22B Bestimmung der Kandidaten für den Bundestag durch Mitgliederversammlungen.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22C Abstimmung über zentrale Sachfragen durch Mitgliederentscheid.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22D Möglichkeit einer befristeten Gast- oder Schnuppermitgliedschaft für Nicht-Mitglieder.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22E Mit der Parteimitgliedschaft verbundene Vergünstigungen und Rabatte bei Einkäufen und Dienstleistungen.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22F Begrenzung der Zahl der Parteiämter von Funktionären.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22G Begrenzung der Amtszeit von Funktionären.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22H Einführung von Quoten für Frauen bei der Besetzung von Parteiämtern und Kandidatenlisten.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
22I Einführung von Quoten für jüngere Menschen bei der Besetzung von Parteiämtern und Kandidatenlisten.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Abb. 2: Deutsche Parteimitgliederstudie 2009; Ausschnitt aus den Fragebögen: Frage 22, Bewertung von Parteireformen

In den Folgefragen werden grundlegende politische Einstellungen sowie das Wahlverhalten ermittelt. Darüber hinaus werden die Parteimitglieder gebeten, Position zu verschiedenen politischen Themen zu beziehen sowie im Anschluss daran eine Einschätzung der Positionen ihrer jeweiligen Partei zu diesen Themen vorzunehmen.

Um die Wertorientierungen der Befragten feststellen zu können, werden den Teilnehmern weiterhin verschiedene Gesellschaftsszenarien zur Bewertung vorgelegt. Durch diese Frage wird der noch in der Potsdamer Studie verwendete Inglehart-Index ersetzt.

Zu guter Letzt werden die Teilnehmer nach Mitgliedschaften in innerparteilichen und gesellschaftlichen Gruppen sowie etwaigen früheren Parteimitgliedschaften gefragt. Den Abschluss des Fragebogens bilden wie üblich soziodemografische Informationen über die Befragten.

Nachdem die letzten Fragebögen Anfang Oktober 2009 in Düsseldorf eingegangen sind, werden sie aktuell codiert, so dass eine erste Auswertung der Daten aus der postalischen Befragung frühestens im Dezember 2009 beginnen kann. Bei Abfassung dieses Textes liegen demnach noch keine Ergebnisse vor.

## Das zweite Element: Telefonische Befragung

Die im Rahmen der schriftlichen Befragung erhobenen Daten sind noch nicht hinreichend für die Beantwortung aller anvisierten Forschungsfragen. Warum Mitglieder ihre Parteien verlassen, kann letztlich nur durch eine Befragung ehemaliger Parteimitglieder untersucht werden. Auch die Determinanten des Parteibeitritts können nur dann angemessen analysiert werden, wenn Daten über Mitglieder und Nichtmitglieder vorliegen, auf deren Grundlage ein Erklärungsmodell der Parteimitgliedschaft statistisch überhaupt erst geschätzt werden kann. Daher umfasst die Deutsche Parteimitgliederstudie zusätzlich eine begleitende telefonische Bevölkerungsbefragung, um Vergleichsdaten zu liefern.

Diese untersucht mit unabhängigen Stichproben die parteipolitisch Unerfahrenen (Bevölkerung ab 18 Jahren ohne aktuelle oder frühere Parteimitgliedschaft), die aktuellen Parteimitglieder (Bevölkerung ab 18 Jahren mit derzeitiger Mitgliedschaft in einer Partei) und die ehemaligen Parteimitglieder (Bevölkerung ab 18 Jahren mit einer zurückliegenden Mitgliedschaft in einer Partei). Durch die gewichtete Zusammenfassung der drei Stichproben ergibt sich damit ein repräsentatives Bild der Bevölkerung ab 18 Jahren. Die telefonische Befragung wurde im Auftrag des Forschungsteams von Infratest dimap durchgeführt basierend auf dem TNS Infratest-Telefon-Master-Sample (ITMS). Die Adressen der aktuellen und ehemaligen Parteimitglieder wurden in einem Screening-Verfahren im Rahmen einer Omnibusbefragung ermittelt. Zwischen dem 14. April und dem 30. Mai 2009 konnten insgesamt 827 parteipolitisch Unerfahrene, 800 aktuelle Parteimitglieder sowie 800 ehemalige Parteimitglieder befragt werden. Bei der Befragung handelte es sich um computergestützte Telefoninterviews (CATI).

Inhaltlich wurden in der Telefonbefragung folgende Themenbereiche behandelt: allgemeine politische Partizipationsformen, politische Einstellungen und Wertorientierungen der Befragten, Einstellungen gegenüber und Vertrauen in politische Institutionen, Parteineigung, Sympathie gegenüber Parteien, aktuelle und ehemalige Parteimitgliedschaft, Eintrittsbereitschaft in Parteien, Wahlverhalten sowie erweiterte soziodemografische Informationen.

Die Daten aus der telefonischen Befragung sind bereits weitgehend erfasst und werden aktuell ausgewertet. Erste Veröffentlichungen von Ergebnissen der Deutschen Parteimitgliederstudie 2009 sind im Sommer 2010 geplant.

## Literatur

- ALEMANN, Ulrich VON und Tim SPIER (2008). „Parteimitglieder nach dem ‚Ende der Mitgliederpartei‘. Ein Überblick über Forschungsergebnisse für Westeuropa seit 1990“, *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft* 37, 29–44.
- BEYME, Klaus VON (2000). *Parteien im Wandel. Von den Volksparteien zu den professionalisierten Wählerparteien*. Wiesbaden.
- DILLMAN, Don A. (1978). *Mail and telephone surveys: The Total Design Method*. New York.
- HIRSCHMAN, Albert O. (1970). *Exit, Voice, and Loyalty. Responses to decline in firms, organizations, and states*. Cambridge, MA.
- NIEDERMAYER, Oskar (2007). „Parteimitgliedschaften im Jahre 2006“, *Zeitschrift für Parlamentsfragen* 38(2), 368–375.
- SEYD, Patrick und Paul WHITELEY (1992). *Labour's Grassroots. The Politics of Party Membership*. Oxford.

- WIESENDAHL, Elmar (2006). *Mitgliederparteien am Ende? Eine Kritik der Niedergangsdiskussion*. Wiesbaden.
- WIESENDAHL, Elmar (2009). „Zwischen Wende und Ende – zur Zukunft der Mitgliederparteien“, in: Fabian SCHALT *et al.* (Hrsg.). *Neuanfang statt Niedergang – Die Zukunft der Mitgliederparteien*. Berlin und Münster, 233–258.



**JULIA BEE, REINHOLD GÖRLING und SVEN SEIBEL**

**Wiederkehr der Folter? Aus den Arbeiten einer interdisziplinären Studie über eine extreme Form der Gewalt, ihre mediale Darstellung und ihre Ächtung**

Der Beginn des 21. Jahrhunderts hat die Bemühungen zur Abschaffung von Folter vor neue Fragen und Herausforderungen gestellt. Schien mit der Erklärung der Menschenrechte 1948 und den Konventionen der Vereinten Nationen und des Europarates zur Ächtung der Folter von 1987 diese extreme Form der Gewalt nur noch ein Problem einzelner Diktaturen, so erfordern Diskussionen um eine so genannte Präventiv- oder Rettungsfolter, die bei einer Bedrohung von Menschenleben möglich sein soll, und vor allem auch die Praktiken der USA in irakischen Gefängnissen, im Gefangenenlager in der Guantánamo Bay auf Kuba und in verschiedenen Geheimgefängnissen ein Nachdenken über diese Wiederkehr der Folter, ein Erforschen der Ursachen ihrer Anwendung und der Möglichkeiten, dieser zu begegnen. Dazu kommt, dass insbesondere im Film, im Fernsehen und auch auf dem Markt der Computerspiele seit Mitte der 1990er Jahre Folter zunehmend thematisiert wird und zwar immer öfter auch als Handlung, die zur Identifikation präsentierte Helden ausführen.

In Fernsehserien wie *24* oder in Reden und Papieren von Politikern und Juristen wird dabei immer so getan, als ob Folter ein erfolgreiches Mittel zur Erlangung von Information sei. Dass das nicht zutrifft, dass Aussagen, die Menschen unter Folter machen, höchst unzuverlässig sind, war schon im 18. Jahrhundert eine wichtige Einsicht bei der Abschaffung der Folter im Kontext juristischer Verfahren. Als im 20. Jahrhundert Diktaturen und Polizeistaaten wieder zu foltern begannen, war die Erlangung von Information vermutlich weniger Ziel als Mittel einer Inszenierung, deren eigentliches Ziel die Zerstörung der Autonomie und Subjektivität des Opfers war und ist. Das Wissen, das Mediziner und Psychiater in den vergangenen Jahrzehnten über die nachhaltigen körperlichen und psychischen Folgen von Folter für die Opfer, aber auch für die Täter erworben haben, belegt den schrecklichen Erfolg dieser Gewalt. Folter bedroht den basalen sozialen Zusammenhang menschlichen Lebens, real und symbolisch.

Das interdisziplinäre Projekt, das von der VolkswagenStiftung im Rahmen ihres Programms „Schlüsselthemen der Geisteswissenschaften“ mit einem Betrag von 741.000 € gefördert wird, untersucht diesen vielschichtigen Zusammenhang in verschiedenen Phasen und Teilprojekten. In ihm arbeiten unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. Karsten Altenhain (Juristische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität), Univ.-Prof. Dr. Reinhold Görling (Institut für Kultur und Medien, Philosophische Fakultät der Heinrich-Heine-Universität) und Univ.-Prof. Dr. Johannes Kruse (seit 1. Mai 2009 Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie der Justus-Liebig-Universität Gießen, davor ebenfalls Heinrich-Heine-Universi-

sität) Medienwissenschaftlerinnen und Medienwissenschaftler, Juristinnen und Juristen sowie Medizinerinnen und Mediziner zusammen. Aufbauend auf einer Metaanalyse der medizinisch-psychologischen Erkenntnisse und einer Analyse der juristischen Diskurse wird es zunächst um die Erarbeitung eines Begriffs der Folter gehen. Zugleich wird die Thematisierung von Folter in visuellen Medien in filmanalytischer, diskurstheoretischer und rezeptionsästhetischer Hinsicht erforscht. Teilprojekte untersuchen die medienrechtlichen Zusammenhänge und die Praxis der Indizierung, andere die Behandlung von Folter in aufenthaltsrechtlichen Verfahren, die widersprüchliche Beziehung von Medizin und Psychologie zur Folter und den aktuellen juristischen Diskurs. Schließlich arbeiten alle drei Wissenschaften in einer qualitativen empirischen Analyse der medialen Bedeutung und Wirkung von Folterdarstellungen zusammen. Unser Ziel ist es, sowohl Erkenntnisse zu erarbeiten, die etwa im Rahmen von medienrechtlichen Bestimmungen oder juristischen Verfahren im Aufenthalts- und Strafrecht zu praktischen Konsequenzen führen, wie auch grundlegend die Bedingungen von Folter und die Möglichkeiten ihrer Ächtung zu Beginn des 21. Jahrhunderts zu erforschen.

Die folgenden Überlegungen entstammen den laufenden Arbeiten der medien- und kulturwissenschaftlichen Arbeitsgruppe.

## Wiederkehr der Folter?

Die Frage, die wir mit dem Satzzeichen im Titel unseres Forschungsprojektes stellen, richtet sich auf verschiedene Zusammenhänge zugleich: Zunächst einmal ist kaum davon auszugehen, dass die Ächtung der Folter in den vergangenen 50 Jahren selbst in Europa konsequent befolgt wurde. Frankreich folterte im Algerienkrieg 1954 bis 1962, England im Konflikt um Nordirland zu Beginn der 1970er Jahre. Spanische Behörden standen immer wieder im Verdacht, inhaftierte Verdächtige der gewaltsamen baskischen Unabhängigkeitsorganisationen zu foltern. Die Folterungen im Bürgerkrieg der 1990er Jahre im ehemaligen Jugoslawien fanden in Mitteleuropa und an seiner unmittelbaren Peripherie statt. Insoweit kann man nicht einmal sagen, dass die Folter aus fernen Ländern in anderen Kontinenten (Lateinamerika, Asien, Afrika) nach Europa wieder- beziehungsweise zurückgekehrt sei.

Wiedergekehrt ist allenfalls ein Diskurs, der Folter zu relativieren und zu legitimieren versucht, nachdem sie durch die Genfer Konvention von 1864 und die Haager Landkriegsordnung von 1907 schon für den Kriegsfall, durch die Erklärung der Menschenrechte 1948 und die Konventionen der Vereinten Nationen und des Europarates von 1987 überhaupt ohne Einschränkung verboten und geächtet worden ist. Aber auch das lässt sich leicht in Frage stellen, denkt man etwa an die Ausführungen in der 1976 publizierten staatsphilosophischen Dissertation des damaligen niedersächsischen Ministerpräsidenten Ernst Albrecht<sup>1</sup> oder das in merkwürdiger Naivität 1992 von Niklas Luhmann vorgetragene Szenario zur Frage, ob es denn „in unserer Gesellschaft noch unverzichtbare Normen“ gebe.<sup>2</sup>

Beobachten lässt sich jedoch, dass es seit etwa 15 Jahren eine zunehmende öffentliche Aufmerksamkeit zu diesem Thema gibt, und zwar nicht nur in der rechtsphilosophischen Diskussion, sondern besonders auch in populärkulturellen Produkten, in Filmen und in

<sup>1</sup> Vgl. Albrecht (1976).

<sup>2</sup> Vgl. Luhmann (1993).

Fernsehserien. Diese Konjunktur des Themas begann schon vor den Anschlägen vom 11. September 2001: Eine Statistik des „Parents Television Council“ zeigt einen rapiden Anstieg der Frequenz von Folterszenen im US-Fernsehen zur Prime Time schon 1995 an.<sup>3</sup> Allerdings ist überhaupt eine deutliche Zunahme der Darstellung von Gewalt in visuellen Medien, vom Film über das Computerspiel bis hin zum Theater, zu konstatieren.

In etwa denselben Jahren entsteht aber auch zunehmend ein Bewusstsein unter Ärzten, Psychologen und Kulturwissenschaftlern über die Folgen von Traumatisierung, insbesondere bei Opfern intendierter Gewalt, und die spezifische Schwere der psychosomatischen Folgen von Folter. Eines der noch heute aktuellen Handbücher, das vom Londoner Arzt Metin Basoglu in der Cambridge University Press herausgegebene Buch *Torture and its Consequences: Current Treatment Approaches* erschien 1992,<sup>4</sup> im selben Jahr, in dem Luhmann seine Rede in Freiburg hielt. Und eine der noch immer wichtigsten kulturwissenschaftlichen Untersuchungen, Elaine Scarrys *The Body in Pain. The Making and Unmaking of the World*, erschien schon 1985.<sup>5</sup>

So deutlich die zeitlichen Parallelen sind, so deutlich tut sich auch schon in den 1990er Jahren eine Schere auf: Einem zunehmenden Bewusstsein über die Folgen der Folter steht ein naiv erscheinendes Spekulieren über die Möglichkeit der Folter bei Luhmann und den späteren Fürsprechern einer so genannten Präventiv- oder Rettungsfolter gegenüber, das sein mediales Pendant etwa in der 2009 schon in der siebten Staffel gesendeten Serie *24* hat, in der Folter als eine alltägliche, fast folgenlose Praxis erscheint. Die Vermutung, dass diese Schere zwischen Wissen und Verleugnung nichts Zufälliges ist, dass sie nicht nur Ausdruck einer zeitlichen Situation ist, sondern auch etwas mit der Logik der Folter zu tun hat, diese Vermutung prägte unsere Fragen von Anfang an.

Wenn wir von einer Logik der Folter sprechen, dann stehen wir vor einer anderen Dimension der Frage der „Wiederkehr der Folter?“ Gibt es denn *eine* Folter, das heißt eine Praxis der Folter, die es sinnvoll macht, eine Kontinuität über die Jahrhunderte und gar Jahrtausende und eine Identität über die Kulturen hinweg anzunehmen? Ist es sinnvoll, die Folter im alten Rom, die Folter der Inquisition in der frühen Neuzeit und die Folter in den Lagern auf dem amerikanischen Militärstützpunkt in der Guantánamo Bay auf Kuba in einem Zusammenhang zu nennen? Sprechen wir über ein und dieselbe Sache? Oder ist Folter nicht doch so stark Ausdruck einer bestimmten Form von Herrschaft und steht sie nicht doch in so differenten diskursiven Zusammenhängen, dass solche Annahmen einer Kontinuität eher den Blick verschleiern als die Praxis selbst erhellen?

## Geschichte

In der historischen und rechtshistorischen Literatur ist es sehr umstritten, was eigentlich zur Zurückdrängung der Folter aus den juristischen Verfahren im Laufe des 18. Jahrhunderts geführt hat. So lautet die bekannte These des Rechtshistorikers John H. Langbein, dass es hauptsächlich Veränderungen im Verfahrens- und Beweisrecht gewesen sind, die zu einem Verzicht auf die Anwendung der Folter geführt hatten.<sup>6</sup> Das europäische Ver-

<sup>3</sup> Vgl. [http://www.humanrightsfirst.org/us\\_law/etn/primetime](http://www.humanrightsfirst.org/us_law/etn/primetime) (13.11.2009).

<sup>4</sup> Vgl. Basoglu (1992).

<sup>5</sup> Vgl. Scarry (1985).

<sup>6</sup> Vgl. Langbein (2006).

fahrensrecht ist in den norditalienischen Stadtstaaten im Laufe des 13. Jahrhunderts auf der Basis des römischen Rechts entstanden. Es sah praktisch keine Indizienbeweise vor, Verurteilungen waren nur auf der Basis der Aussage von zwei Augenzeugen möglich, es sei denn, der Angeklagte gab die Tat, der er beschuldigt wurde, zu. Langbein behauptet, dass die Schriften von Beccaria, Voltaire und anderen gegen die Folter eine schon sich vollziehende Entwicklung begleitet, aber nicht verursacht hätten, denn schon davor sei eine Abkehr von der Zwei-Zeugen-Regel und ein Übergang zur freien Beweisgründung zu beobachten. Dass die Zurückdrängung und schließlich das Verbot der Folter darauf zurückzuführen sei, dafür ist laut Langbein die Geschichte Englands das überzeugendste Argument, wo es kaum Folter, aber eben auch ein anderes Beweisrecht gab.

Eine alternative These über die Abschaffung der Folter als Teil der juristischen Strafverfolgung liefert etwa Lynn Hunts Buch *Inventing Human Rights*, in dem drei parallele Geschichten erzählt werden: die rechtshistorische mit dem Aufkommen der Begriffe wie Naturrecht und Menschenrecht, die literarische mit dem Aufkommen des Briefromans (Jean-Jacques Rousseaus *Julie* und Samuel Richardsons *Pamela*) und die bildliche mit der Konjunktur, die das Porträt im 18. Jahrhundert erhält. Diese kulturellen Formen hätten, so Hunt, zur Entwicklung einer Subjektivität geführt, die fähig zur Empathie für andere Subjekte sei.<sup>7</sup>

Weiterführend könnte man mit Michel Foucault gegen Langbeins These argumentieren, dass die Praxis der Folter nicht losgelöst werden kann von der Weise, wie Wahrheit und Körper gesellschaftlich verschränkt werden. Foucault sieht denn auch die Folter im klassischen Zeitalter engstens mit der Praxis der öffentlichen peinlichen Strafe verknüpft, die es ja auch in England gab. Folgen wir seiner (sich aber auf Frankreich beziehenden) Analyse in *Überwachen und Strafen*, dann war die Folter ein Teil der Formen, in denen in Gerichtsverfahren Wahrheit hervorgebracht oder produziert wurde.<sup>8</sup> Die Folter als Wahrheitsmarter war, so Foucault, „nicht die entfesselte Tortur der modernen Verhöre“<sup>9</sup>, sondern „eine geregelte Praxis, die ein genau definiertes Verfahren darstellt.“ Der Körper war gewissermaßen der Ort der Hervorbringung der Wahrheit, der Schauplatz, an dem sich ein „Zweikampf“<sup>10</sup> zwischen Anklage und Angeklagtem vollzog. Dabei vermengten sich Ermittlung und Bestrafung. Möglich war dies, weil die Beweisführung noch nicht nach einem dualistischen System von wahr und falsch argumentierte. Die Anklage machte den Angeklagten schon ein Stück schuldig, die Pein der Folter war ein Stück der Strafe. „Der in der Marter befragte Körper ist Zielscheibe der Züchtigung und Ort der Wahrheitserpressung.“<sup>11</sup> An ihm wird der Akt der Justiz sichtbar. Foucault stellt hier vier Zusammenhänge heraus:

1. Der Schuldige wird zum Herold, also zum Boten seiner eigenen Verurteilung.<sup>12</sup> Ein Beispiel sind die am Körper des Verurteilten angebrachten Schrifttafeln.
2. Die Szene des Geständnisses soll vor der Hinrichtung erneuert werden.
3. Die Marter stellt eine Verbindung zum Verbrechen her, etwa indem sie am selben Ort stattfinden soll – eine Praxis, die heute wieder im Iran durchgeführt wird. Ein Foto,

<sup>7</sup> Vgl. Hunt (2007).

<sup>8</sup> Vgl. Foucault (1976: 56).

<sup>9</sup> Foucault (1976: 54).

<sup>10</sup> Foucault (1976: 56).

<sup>11</sup> Foucault (1976: 57).

<sup>12</sup> Vgl. Foucault (1976: 58).

das im Spätsommer 2007 in Umlauf kam, dokumentiert eine solche Grausamkeit. Ein junger Mann, sein Name ist Madjid Kawussifar, ist darauf zu sehen, einen blauen Kunststoffstrick eng um den Hals, dessen anderes Ende am Haken eines modernen LKW-Krans befestigt ist, der auf dem Platz in Teheran steht, an dem der Verurteilte zwei Jahre zuvor einen Richter ermordet haben soll. Die Arme mit Handschellen am Rücken gefesselt, gelingt es ihm doch, den Zusehenden zuzuwinken.<sup>13</sup>

4. Die Marter „ist das Theater der Hölle“, wie Foucault sagt. Die Neugierde der Zuschauer, die sich um das Schafott drängen, richtet sich auf die dort zum Besten gegebenen Schmerzen: „Es gilt, Verbrechen und Unschuld, Vergangenheit und Zukunft, Diesseits und Ewigkeit zu entziffern. Alle Zuschauer ver hören den Augenblick der Wahrheit: jedes Wort, jeder Schrei, die Dauer des Todeskampfes, der Widerstand des Körpers, das Leben, das nicht losreißen will – all das hat zeichenhafte Bedeutung.“<sup>14</sup>

Folgt man Foucault, dann handelt es sich bei der Folter um ein politisches, nicht nur ein rechtliches Ritual. In ihr schafft sich der Souverän gewissermaßen ein direktes Gegenüber. Ihre Grausamkeit „ist in einem Durchbruch der Wahrheit und Durchbruch der Macht, feierlicher Abschluss der Ermittlung und festlicher Triumph des Souveräns. Und beides verknüpft sie am gemarterten Körper.“<sup>15</sup>

Nun konstruiert Foucault aber in *Überwachen und Strafen* eigentlich die Geschichte des Übergangs von der Marter und der souveränen, sich an der Gewalt über den Körper des Unterworfenen ausstellenden Macht zur Disziplin, also zur Verinnerlichung von Macht, und zur Bevölkerungspolitik, also zu einer Politik der Macht, die sich nicht mehr als Macht über Leben und Tod definiert, sondern als eine Macht, die das Subjekt und sein Leben zum Gegenstand von gezielten Einwirkungen macht. Die Disziplinarmacht kennt ein Arsenal gewaltsamer Mittel, um das Subjekt in eine bestimmte Form zu pressen: in der Familie, in der Schule, im Krankenhaus, in der Universität, in der Fabrik. Die Zwangsjacke und das Panoptikum sind Modelle der Disziplinierung und Einfügung des Subjekts in eine Institution, aber nicht der Folter.

Auch wenn wir sicher davon ausgehen müssen, dass Misshandlungen auf Polizeistationen und in Gefängnissen selbst im 19. Jahrhundert nicht unüblich waren: Folter im engeren Sinne scheint im 19. Jahrhundert als Praxis der europäischen Staaten weitgehend verschwunden gewesen zu sein. Sie kehrt, wie gesagt, erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wieder, zuerst im Russland des Zaren, dann in der Sowjetunion und im Dritten Reich in Deutschland. Sie kehrt wieder nicht als Teil der Rechtsprechung, sondern als polizeiliche Praxis, vor allem als Praxis der politischen Polizei oder anderer Organe politischer und sozialer Repression. Damit haben sich ihre Funktion, ihre Begründung und auch ihr Ort sehr grundlegend geändert: Es geht nicht mehr um die Erzwingung eines Geständnisses, sondern zum einen um die Beschaffung von Information über mögliche Gegner eines Staates oder Regimes, also um Wissen und vielleicht auch um präventives Handeln gegen mögliche soziale Praktiken, die dem Staat als unerwünscht erscheinen. Es geht aber zum anderen auch um Kontrolle, also um die radikale Reduktion des Bewegungsraumes des Individuums bis hin zur Zerstörung seines Raumes durch die Enteignung seines Kör-

<sup>13</sup> Vgl. Kermani (2007).

<sup>14</sup> Foucault (1976: 62).

<sup>15</sup> Foucault (1976: 74).

pers als Heimstätte durch die Zufügung von Schmerz und die Zerstörung des inneren oder psychischen Raumes. Und wenn wir nur einen Augenblick der Betrachtung auf der Geschichte der Folter im 20. und 21. Jahrhunderts verweilen, wird sehr schnell deutlich, dass die Funktion der Informationsbeschaffung sekundär ist und als Legitimierung, ja sogar als Technik der Folter selbst begriffen werden muss. Anders gesagt: Die Information, die man in der Folter zu erpressen versucht, ist eine Information, die weniger zur polizeilichen Praxis gegen konkrete Organisationsstrukturen oder geplante Handlungen benötigt wird, sondern als Teil einer sozialen Kontrolle verstanden werden muss, die in der Folter eine ganz unmittelbare Form annimmt. Wissen und die Einbindung von Folter in einen Diskurs zur Produktion von Wahrheit sind nicht mehr Ziel, sie sind Zweck. Das Ziel ist Zerstörung von Wissen, gezielte Zerstörung der Fähigkeit zur kulturellen Repräsentation von Erfahrung. George Orwell hat das in seinem Roman *Nineteen Eighty-Four* vielleicht als erster mit dieser Konsequenz formuliert: „Der Zweck der Folter ist die Folter.“<sup>16</sup>

Dabei richtet sich Folter, zumindest Folter im 20. und 21. Jahrhundert, immer auch auf die sozialen Gruppen einer Gesellschaft. Sie wird deshalb auch nie ganz verheimlicht, sie wird kolportiert als Gerücht, ja sogar ausgestellt. Sie bedroht einige Gruppen und zwingt anderen zugleich eine Form des Wegsehens auf. Eines der Beispiele ist eine Fotografie, die das US-amerikanische Verteidigungsministerium im Januar 2002 veröffentlichte. Es wurde im Lager X-Ray in der Guantánamo Bay aufgenommen, der Fotograf ist der Unteroffizier Shane T. McCoy der US Navy. Der gezeigte Ort ist Teil des Bereichs für Neuaufnahmen in das Lager: Es gibt keinen geschlossenen Raum, keinen Folterkeller, keine sichtbare Institution. Nur Maschendraht. Es scheint alles sauber. Aber der längere Blick auf den sauberen Boden macht klar, was seine Funktion ist: Das Knien auf den Gesteinssplintern muss schnell sehr schmerzhaft sein. Die Entstellung der Gefangenen lässt keine Rückschlüsse auf die Taten zu, die ihnen vorgeworfen werden – etwas, was für die Folter im klassischen Zeitalter selbstverständlich war. An diesen Körpern soll sich keine Wahrheit mehr zeigen. Man begreift erst langsam, was hier vor sich geht. Alltagsdinge werden dazu benutzt, die Gefangenen in eine Situation hoher sensorischer Deprivation zu bringen: verdunkelte Schutzbrillen, die ihre Träger vermutlich in vollständige Blindheit versetzen. Dicke Filzhandschuhe, gepolsterte Schuhe, dicke Ohrschützer und sogar eine Mütze auf dem Kopf. Atemmasken, die vermutlich Erstickungsängste hervorrufen. Eine enge Fesselung von Händen und Füßen, vermutlich mit Handschellen und Elektrodrahtbindern, und die Erzwingung einer schmerzhaften Haltung des Kniens auf spitzen Steinen. Bei mehreren der Männer sitzt die Hose sehr tief. Sie scheint nicht an der Hüfte zu halten, zugleich macht es die Fesselung den Männern unmöglich, den Intimbereich vor Entblößung zu schützen: eine zusätzliche Kränkung des Opfers, die zugleich auf eine deutliche sexuelle Unterfütterung dieser Behandlung hindeutet und dieses Bild mit den sich auf eine andere Bildtradition beziehenden aus Abu Ghuraib verbindet. Zwei Soldaten mit Gummihandschuhen bewachen die Gefangenen. Einer von beiden beugt sich etwas vor, als kontrolliere er einen der Gefangenen besonders. Vielleicht spricht er ihn auch an – schreit ihn an, ist man geneigt zu vermuten.

Die Aussage, die das Pentagon mit der Ausstellung dieses Bildes macht, lässt sich vielleicht so in Worte fassen: Ihr seid in unserer Macht, unserer Willkür ausgesetzt. Wir führen

---

<sup>16</sup> Vgl. Orwell (1969: 211).

Krieg gegen eure Subjektivität. Wir machen euch verrückt. Wir rauben euch eure verfeinerten Sinne und fügen einzelnen Körperteilen gezielt Schmerz zu. Wir machen das einfach. Und zwar mit alltäglichen Dingen, die es überall zu kaufen gibt. Niemand hindert uns daran. Wir führen das an euch vor. Wir stellen das vor aller Welt aus. Wir sind Fachmänner der Kommunikation und Information. Wir brauchen von euch keine Information. Wir brauchen euch als Information. Wir brauchen eure Körper als mediale Aussage, als Zeichenträger, dass wir euch kontrollieren. Und weil wir das nicht verstecken, sondern es ausstellen können, legitimieren die Zusehenden, die keinen Protest erheben, unser Handeln.

Eine der Foltermethoden im Innern des Lagers X-Ray war übrigens die ununterbrochene, tagelange Beschallung mit einem Kinderlied. Wenn das Ziel der Folter ist, dem Opfer jeden eigenen Raum zu nehmen, den äußeren, aber vor allem den inneren Raum, dann geht eine solche Methode der Folter gar nicht mehr den Umweg über den körperlichen Schmerz, sie bemächtigt sich der Sinne noch direkter, zwingt das Gehirn, sich nur noch mit einem einzigen vorgegebenen Gedanken zu beschäftigen. Die psychische Destruktionskraft ist vermutlich kaum geringer als bei einer Foltermethode, die über die Zufügung von körperlichem Schmerz arbeitet.

Die Abschaffung der Folter als Teil der juristischen Beweisverfahren geht, wie gesagt, zeitlich parallel zu der Durchsetzung dessen, was Foucault Disziplinarmacht nennt. Sie ordnet die Menschen den Institutionen unter, zwingt sie in die Akzeptanz ihrer Formen. Dabei begegnet die Disziplinarmacht dem Einzelnen, dem Individuum. Sie erwartet, dass es die Normen verinnerlicht, sich anpasst. Im 20. Jahrhundert aber verändert sich das, nicht linear, aber doch in Richtung einer neuen Herrschaftsform. Gilles Deleuze nennt sie die Kontrollgesellschaft.<sup>17</sup> Sie kündigt sich in den totalitären Staaten schon an, doch scheint es, denken wir an Orwells literarische Analyse, vor allem um eine Konfrontation des totalitären Staates mit dem Individuum zu gehen. Hier hat sich offensichtlich etwas verschoben. Macht tritt heute nicht als ein monolithischer Block eines totalitären Staates auf, sondern als eine selbst vielfach modularisierte, locker vernetzte Struktur. Aber Orwells Entwurf in *Nineteen Eighty-Four* ist zugleich aktueller, als uns lieb sein kann, weil er Gewalt als Schauspiel dargestellt hat; in den massenmedialen Inszenierungen der täglichen fünf Minuten Hass, aber auch in der Gewalt gegenüber dem Einzelnen. Orwell war einer der ersten, die Folter konsequent nicht mehr in den Zusammenhang von Wahrheit und Information gebracht haben, sondern allein in den der Zerstörung von Subjektivität. Das Wahrheitsministerium weiß schon längst alles. Es weiß sogar mehr als das Individuum selbst; es weiß, wo die Angst ist, wo seine traumatischen Erfahrungen sitzen, durch deren Aktualisierung es Winston brechen kann.

Wahrscheinlich ist heute das Bewusstsein und das Wissen, dass und wie es möglich ist, das Individuum zu brechen, und dass die psychischen Störungen der Folter umfassender und tiefer sind als bei den meisten anderen traumatischen Erfahrungen, wahrscheinlich ist heute dieses Bewusstsein Orwells gesellschaftlich deutlich weiter verbreitet. Zugleich aber wird die Lockerung des Folterverbotes diskutiert, werden solche Bilder ausgestellt, erwecken Fernsehserien wie *24* den Eindruck, als sei Folter eine alltägliche und erfolgreiche Art, mit anderen umzugehen. Das ist eine merkwürdige Schere: Unser Wissen um die

---

<sup>17</sup> Vgl. Deleuze (1993).

Zerstörbarkeit von Subjektivität scheint gewissermaßen als andere Seite der Medaille eine Verharmlosung von individueller Erfahrung zu haben. Beides lässt sich merkwürdigerweise sogar koppeln. Jack Bauer, der folternde Dirty Harry aus *24*, wird den Zuschauern als jemand vorgestellt, der durchaus ein Trauma in seinem Leben zu verarbeiten hat. Aber er kann zugleich das tun, was er für seine Pflicht hält, ohne traumatisiert zu werden. Selbst die Opfer können die Folter abspalten. In *24* wird eine verdächtige Mitarbeiterin der Antiterrorpolizei gefoltert und wenig später, als sich ihre Unschuld herausgestellt hat, wieder eingestellt. Das Wissen um die Zusammenhänge und die geistige Realisierung der Konsequenzen lassen sich durch Mechanismen der Abspaltung und Verleugnung voneinander trennen.

Was sich hier andeutet, ist eine folgenreiche Veränderung in dem Verhältnis von Individuum und Macht. Die Kontrollgesellschaft kennt, Deleuze hat das mit ungeheurer Genauigkeit prognostiziert, keine unteilbaren Individuen mehr. Wir sind Dividuen geworden, wir signieren unsere Handlungen nicht mehr, aber wir müssen uns Dutzende von Passwörtern merken, um unseren Alltag zu organisieren. Wir sind über unsere Mobiltelefone ständig erreichbar und potenziell überwachbar. Wir stehen keinen Institutionen mehr gegenüber, sondern Unternehmen, Apparaten, modularen Maschinen. Das gilt auch für die Institutionen, die wir Fabrik oder Universität nennen. Wir stehen ihnen weniger gegenüber, als dass sie uns ebenfalls modularisieren.

Die Konjunktur, die die Thematisierung von Folter im Film und in Fernsehserien vorweist, hat wohl auch sehr direkt etwas mit der Erfahrung der Teilbarkeit zu tun. So scheint es auch nicht mehr möglich, empfundene Bedrohungen zu lokalisieren. Es gibt kein großes Gegenüber mehr. Der Terrorismus ist Ausdruck dieser Situation in einem doppelten Sinne: Er benutzt die modulare Struktur, um sich zu organisieren und um seine mediale Kriegsführung zu inszenieren; und er ist die Phantasie einer Bedrohung, die sich nicht mehr lokalisieren und ausgrenzen lässt, die von innen kommt, die die Einzelnen unberechenbar macht und die deshalb eine kontinuierliche Kontrolle erfordert. Wir stünden also vor dem Phänomen, dass Inneres und Äußeres nicht so sehr über Prozesse der Introjektion und Projektion verbunden werden als über eine Analogisierung oder strukturelle Ähnlichmachung eines Mappings. Hier wie dort, innen wie außen, in der Chiffre Trauma wie in der Chiffre Terrorismus, fühlen wir uns nichtverortbaren, ungebundenen, frei flottierenden Bedrohungen ausgesetzt.

Eine Möglichkeit, diese Kontingenz zu mindern, ist die Fiktion, sie zeitlich fixieren zu können. Das *Ticking-Time-Bomb*-Szenario, mit dem in der Öffentlichkeit, etwa in juristischen Diskursen ebenso wie in populärkulturellen Darstellungen wie in *24*, Folter legitimiert wird, ist so eine zeitliche Fiktion, die ihre Plausibilität aus ihrer romanhaften und filmgerechten Spannungskurve gewinnt. Tatsächlich war es auch ein Roman, in dem erstmals ein *Ticking-Time-Bomb*-Szenario entworfen wurde, und zwar ein Roman über den Algerienkrieg, *Les Centurions* von Jean Lartéguy, erschienen 1963. Es gibt in Westeuropa und Nordamerika eine Kontinuität der Wahrnehmung zwischen der postkolonialen Situation und dem heutigen Terrorismus. Koloniale Herrschaftsstrukturen implizieren, dass der andere, der Unterworfenen, keine Anerkennung seiner Subjektivität und seiner Kultur findet. Das kehrt aber im Verhältnis des Kolonialherrn zum Kolonisierten in einer tiefen Verunsicherung wieder, wie Homi Bhabha und andere Theoretiker des Postkolonialen gezeigt



haben.<sup>18</sup> Es dürfte wohl auch in wenigen kolonialen Herrschaftszusammenhängen das in Europa durchgesetzte Folterverbot im 19. Jahrhundert gegolten haben. Und möglicherweise müssen wir die Geschichte der Folter auch viel stärker unter Berücksichtigung der kolonialen Herrschaft schreiben. In ihrer Analyse stehen wir immer wieder vor der Situation, beschreiben zu müssen und erklären zu wollen, in welchen sozialen und psychologischen Mechanismen es geschieht, dass den anderen die Anerkennung abgesprochen und Mitgefühl oder Empathie verweigert werden.

## **Repräsentation und Gewalt: Sozialpsychologische und medientheoretische Aspekte**

Folter ist eine extreme Form der Gewalt, die gerade darüber wirkt, dass sie das Subjekt seiner sozialen Versicherungen, auch zu sich selbst, sehr vollständig beraubt, dass sie das Subjekt in eine Situation des Leidens und des Schmerzes versetzt, in der Empathie und damit auch die Möglichkeit einer sozialen Bindung und mentalen Repräsentation der Erfahrung unterlaufen und zerstört werden. Das Subjekt wird seiner psychischen und körperlichen Integrität, seiner sozialen und seiner kulturellen Beziehungen, seines Raumes enteignet, nachhaltig enteignet. Françoise Sironi, die in Paris Folteropfer aus den unterschiedlichsten Ländern und Kulturen therapeutisch unterstützt hat, spricht in ihrem Buch *Borraux et victimes. Psychologie de la torture* von 1999 von Dekulturation, die die Folter produziere: Was immer die kulturelle Herkunft des Opfers sei, „le vécu lié à la torture et le désordre qu’elle provoque se manifestent de façon similaire.“<sup>19</sup> – Das mit der Folter verbundene Erleben und die Leiden, die sie hervorruft, zeigen sich in ähnlicher Weise.

Intendierte Gewalt, wenn sie anhaltend ist und das Opfer ihr ausgeliefert, zerreißt den Zusammenhang, der eine mentale Repräsentation der Erfahrung ermöglicht. Dies macht Folter in der Tat zu etwas, was außerhalb der Geschichte steht und zugleich (und in gewisser Weise gerade deshalb) etwas ist, was den Einzelnen in die Geschichte fesselt. Jean Améry's Aussage über die Tortur bedeutet ja genau dies:

Wer der Folter erlag, kann nicht mehr heimisch werden in der Welt. Die Schmach der Vernichtung lässt sich nicht austilgen. Das [...] in der Tortur eingestürzte Weltvertrauen wird nicht wiedergewonnen. Dass der Mitmensch als Gegenmensch erfahren wurde, bleibt als gestauter Schrecken im Gefolterten liegen: Darüber blickt keiner hinaus in eine Welt, in der das Prinzip Hoffnung herrscht.<sup>20</sup>

Folter ist deshalb in einem weiteren Sinne Wiederkehr: Sie ist etwas, was den Einzelnen nicht mehr loslässt, was gerade dadurch nicht mehr sozial und nicht mehr veränderbar ist, indem es die Grundlage sozialer Erfahrung und damit auch die Grundlage des Bezugs auf das Selbst bedroht oder gar zerstört. Das Folterverbot ist kein mehr oder weniger absoluter Wert, über dessen Verhandelbarkeit der Systemtheoretiker Luhmann diskutieren zu können glaubte. Folter ist etwas, was außerhalb des sozialen Systems liegt und etwas betrifft, was die Bedingung der Möglichkeit dessen bedroht, was vielleicht als System verstehbar ist. Das Folterverbot und die anderen Menschenrechte sind in diesem Sinne keine Werte, die abgewägt werden können, sondern Bedingungen.

<sup>18</sup> Vgl. Bhabha (1994).

<sup>19</sup> Sironi (1999: 48).

<sup>20</sup> Améry (2002: 73).

Doch auch wenn Folter außerhalb des Sozialen ist, so ist sie dennoch eine soziale Praxis. Philip Gourevitch schreibt in seinem Buch über die Ereignisse in Ruanda 1994, für das er fast drei Jahre im dem afrikanischen Land recherchiert hat: „Genocide, after all, is an exercise in community building.“<sup>21</sup> In ähnlicher Weise muss man wohl auch sagen, dass Folter eine Form der Gemeinschaftsbildung ist. Die meisten Akte der sozialen Gewalt kennen diese Struktur: Ein Mensch oder eine Gruppe von Menschen wird ausgeschlossen, um die Illusion einer sozialen Homogenität zu schaffen. Dabei wird das, was die soziale Gemeinschaft eigentlich bedroht, nämlich die Möglichkeit des Ausschlusses, der sozialen Produktion der Unterbindung von Empathie, in diesem Vorgang selbst inszeniert. Es findet eine Art Wahrnehmungsspaltung statt. Sie gehört zu dem Komplex der Dekulturalisierung, den Sironi hervorhebt. Diese richtet sich nicht nur auf den Einzelnen, sondern auch auf die Gruppe. Sie zerstört die Möglichkeit der Symbolisierung von Erfahrung, sie unterläuft die Möglichkeit, innere und äußere Repräsentationen zu bilden, kulturelle und psychische Bilder, über die diese Erfahrung durchgearbeitet, *mentalisiert* werden könnte.

Mit dem Begriff der Mentalisierung beziehen wir uns auf eine Entwicklung in der psychoanalytischen Metatheorie, die insbesondere mit den Arbeiten des englischen Arztes Peter Fonagy verbunden ist. Klinische Erfahrung, so Fonagy, hat gezeigt, dass das Subjekt sich in seiner frühen Entwicklung mit seiner Bezugsperson in einer Weise spiegelt, dass es deren mentale Repräsentation, also gewissermaßen das Selbstbild in sich aufnimmt, bevor es ein eigenes Selbstbild besitzt. Diese Spiegelung wird zu einer markierten Spiegelung in dem Maße, wie mentale Bilder als dem Selbst oder dem anderen angehörig differenziert werden. Aber auch der markierte Spiegel liefert nur ein isoliertes Bild, weshalb sich die Gefahr projektiver Vorgänge auf dieser Ebene leicht einstellt. Für die Frage, wie weit der darauf aufbauende Prozess der Mentalisierung gelingt, ist es nun entscheidend, inwieweit diese introjizierte mentale Repräsentation eine Kohärenz und die Interaktionen zwischen dem Kind und der Person einen Spielraum besitzen, die es dem Kind erlauben, eine mentale Präsentation des Eigenen im Wechsel der Bewegung des Mit und Gegen aufzubauen. Mentalisierung bedeutet vereinfacht gesagt, dass es möglich ist, die mentale Repräsentation des Eigenen und des anderen zugleich zu denken. Versteht man Empathie nicht als eine die Differenz zum anderen verwischende Identifikation, sondern als nicht identifizierende Aufnahme der mentalen Repräsentation des anderen im Selbst, wird deutlich, dass die Fähigkeit zur Empathie sehr stark von der Fähigkeit zur Mentalisierung abhängig ist. Aber auch das ist kein linearer Vorgang. Empathie kann als soziale Beziehung und Bindung wirken, sie kann aber, gewissermaßen unter Zurückweisung der ihr zugrunde liegenden Kreuzungsbewegung, auch zusammenbrechen und zum Beispiel in Vorgänge projektiver Identifizierung regredieren. Täter zeigen oft eine hohe Sensibilität für die psychische Situation ihrer Opfer, weisen aber diese Kreuzungsbewegung wie ein fremdes Selbst in einer projektiven Identifizierung zurück und nutzen diese Sensibilität als Mittel der Herrschaft und Instrument der Gewalt.<sup>22</sup>

Fonagy unterscheidet vor diesem Hintergrund zwei Arten der Gewalt (*two kinds of violence*). Die eine nennt er *representational violence*, die andere *violence in the negative*, also eine gegenständliche und stellvertretende Gewalt und eine Gewalt im Negativen, eine

---

<sup>21</sup> Gourevitch (1998: 95).

<sup>22</sup> Vgl. Fonagy *et al.* (2004: 19).

negierende Gewalt. Schematisch grob vereinfacht: Erstere, die stellvertretende Gewalt, kann als eine Fehlleistung der Mentalisierung verstanden werden, in der eine bedrohliche Repräsentation nach außen projiziert wird und dort dann Objekt der Aggression wird. Die zweite, die negierende Gewalt, ist nicht als Fehlleistung, sondern eher als Abwehr der Mentalisierung zu verstehen. Die Abwehr richtet sich auf die Existenz eines anderen, das heißt genauer, auf einen inneren Zustand, in dem die Wahrnehmung eines Objektes vor aller Differenzierung oder Symbolisierung des Objektes als hoch beunruhigend und bedrohlich empfunden wird. Diese Gewalt ist nicht als projektive Leistung verstehbar, weil sie das Objekt der Aggression gar nicht zum Signifikanten macht, sondern das Signifikat direkt negiert: das Ding, das mich anspricht, die Beziehung, die mich betrifft. Eigentlich richtet sich diese Gewalt nicht auf den anderen oder das Ding, sondern auf die eigene, grundsätzliche Empfänglichkeit, die eigene Sensibilität. Deshalb ist sie wahllos, ist sie gar nicht interessiert daran, im Objekt, das sie negiert, irgendwelche Eigenheiten zu sehen und zu treffen. Vielleicht kann man sogar sagen, dass diese Gewalt die Existenz einer Welt zu negieren versucht, die bedrohlich ist, weil sie resistent und eigenständig ist, also nicht vollständig kontrollierbar. In Fonagys Worten: „[This] violence is preemptive: it is aimed at destroying the object that threatens to create a representation in the mind that the mind has no capacity to regulate or control.“<sup>23</sup>

Eine präventive Gewalt: Das ist auf der Ebene der aktuellen Rechtfertigungsversuche von Folter ihre vorgestellte Funktion. In der juristischen Diskussion spricht man von Präventivfolter. Jedenfalls in der Analyse der medialen Darstellung von Folter, also vom Spielfilm bis zum Computerspiel, vom Film über die *Passion Christi* bis zu *Hostel*, oder eben von den Aufnahmen aus Camp X-Ray bis zu denen aus Abu Ghuraib, scheint es sehr wichtig, zu beachten, dass es Formen der Gewalt gibt, die eine Auslöschung des Objektes anstreben. Ihr Ziel ist Nichtwissen und Dekulturalisierung.

Doch auch und gerade der Versuch der Auslöschung des Objekts muss sich inszenieren. Das gilt in besonderer Weise für die Folter, in der sich der Täter über die Zufügung von körperlichem und seelischem Schmerz zum Herrn über die Sinne des Opfers zu machen versucht. Scarry spricht davon, dass Folter ein „obscene and pathetic drama“ sei.<sup>24</sup> Dieses theatrale Element existiert in allen Zusammenhängen sozialer Gewalt, doch entstehen mit dem Aufkommen der Fotografie und des Films und den neuen Techniken der Zirkulation von Bildern auch neue Formen der Inszenierung von Gewalt. An die Stelle des für jede theatrale Inszenierung notwendigen Zuschauers kann die anwesende Kamera treten. Sie liefert Trophäen neuer Art. Zu frühen Beispielen gehören die Fotografien und Postkarten, die bei Lynchmorden an der afroamerikanischen Bevölkerung der USA geschossen und verbreitet wurden. Wenn die Täter in die Kamera schauen oder sogar vor der Kamera neben einem misshandelten und erhängten Opfer posieren, dann wird deutlich, dass die Anwesenheit der Kamera nicht ohne Einfluss auf das Geschehen geblieben ist.<sup>25</sup> Ein anderes Beispiel sind die Fotografien, die deutsche Soldaten während des Zweiten Weltkrieges von den Misshandlungen und Morden machten, die sie zivilen und militärischen Personen in Osteuropa zugefügt hatten.<sup>26</sup> Auch die sexuell hoch aufgeladenen Inszenierungen, die

---

<sup>23</sup> Fonagy (2003: 234).

<sup>24</sup> Scarry (1985: 56).

<sup>25</sup> Vgl. Allen *et al.* (2000).

<sup>26</sup> Vgl. Hoffmann-Curtius (2000).

Angehörige der US-amerikanischen Armee mit ihren Folteropfern im Irak durchführten und fotografierten, müssen in diesem Zusammenhang verstanden werden.

Die Medialität der Gewalt ist paradox. Gewalt lässt sich auf der einen Seite dadurch bestimmen, dass sie eine Kraft ist, die auf ein soziales oder kulturelles Verhältnis von außen einwirkt, um es seiner eigenen Ausdrucksfähigkeiten zu berauben, es stumm zu machen oder zu zerstören. Gewalt drückt dem Verhältnis, auf das es wirkt, den eigenen Stempel auf, sie entstellt es.<sup>27</sup> Selbst wenn andere Ausdruckswerte an seine Stelle treten sollten, erst dadurch, dass Gewalt dem Verhältnis, auf das es wirkt, seine Ausdrucksformen nimmt, wirkt sie – im sozialen, kulturellen, politischen Sinne – als Macht. Da sich soziale und kulturelle Verhältnisse über ihre Ausdrucksformen schaffen und regulieren, tradieren und verändern, kann Gewalt als eine Einschreibung in diese Ausdrucksformen, ihre Störung oder auch Ersetzung begriffen werden.

Andererseits aber bedeutet Zerstörung kulturell, sozial und psychologisch nicht auch schon ein Verschwinden. Das psychische Gedächtnis, aber sicher auch das kulturelle und soziale Gedächtnis, die Dinge, die Institutionen, die Bilder und die Texte, bewahren Erfahrungen der Gewalt und tradieren sie; und zwar umso dauerhafter, je weniger sie sozial gebunden und in einem psychoanalytischen Sinne durchgearbeitet werden können. Und gerade dies lassen extreme Erfahrungen von intendierter Gewalt kaum oder nur schwer zu. Diese Erfahrungen sind fixiert und bleiben es sehr hartnäckig, weil sie nicht in ein soziales Leben übersetzbar sind, weil sie isoliert sind, ohne Verknüpfungen – in unserem individuellen Gedächtnis ebenso wie in unserem sozialen und kulturellen Gedächtnis.

Das kann sich auf die Möglichkeit zum Ausdruck von Erfahrung überhaupt ausdehnen. In der Traumaforschung ist das Problem der konkretistischen Sprache, also der Einschränkung der sprachlichen Fähigkeit zur Bildung von Metaphern, bekannt.<sup>28</sup> Elisabeth Weber hat in ihrer Diskussion der Konsequenzen für eine Möglichkeit der Ethik, die Emmanuel Lévinas aus der Shoah gezogen hat, diese Auslöschung der Metaphorisierung sehr präzise als Gefahr derjenigen Verfolgung bezeichnet, der das „Subjekt unserer Zeit“ ausgesetzt ist.<sup>29</sup>

Wenn aber die Entstellung des Opfers selbst zu den Strategien der Folter und anderer Formen der Gewalt gehört und die Fotografie dabei eine aktive Rolle spielt, dann werden sich auch die filmischen Darstellungen von extremer Gewalt und Grausamkeit fragen lassen müssen, wie sie dieser Entstellung des Opfers entgegenwirken.<sup>30</sup> Welche Bilder verlängern nur diese Entstellung, indem sie die Zuschauer zu Voyeuren machen und welche Bilder bieten eine Möglichkeit der sozialen Bindung der Erfahrung von Gewalt?

## Literatur

ALBRECHT, Ernst (1976). *Der Staat – Idee und Wirklichkeit. Grundzüge einer Staatsphilosophie*. Stuttgart.

ALLEN, James, Hilton ALS, John LEWIS und Leon F. LITWACK (2000). *Without Sanctuary, Lynching Photography in America*. Twin Palm.

AMÉRY, Jean (2002). *Die Tortur. Jenseits von Schuld und Sühne*. Stuttgart.

<sup>27</sup> Vgl. Nancy (2006: 32 f.).

<sup>28</sup> Vgl. Grubrich-Simitis (1995).

<sup>29</sup> Weber (1997: 285).

<sup>30</sup> Vgl. Görling (2004).

- BASOGLU, Metin (1992). *Torture and its Consequences: Current Treatment Approaches*. Cambridge.
- BHABHA, Homi K. (1994). *The Location of Culture*. London und New York.
- DELEUZE, Gilles (1993). „Postskriptum über die Kontrollgesellschaften“, in: Gilles DELEUZE. *Unterhandlungen. 1972–1990*. Frankfurt am Main, 254–262.
- FONAGY, Peter (2003). „The violence in our schools: What can a psychoanalytically informed approach contribute?“, *Journal of Applied Psychoanalytic Studies* 5(2), 223–238.
- FONAGY, Peter, György GERGELY et al. (2004). *Affektregulierung, Mentalisierung und die Entwicklung des Selbst*. Stuttgart.
- FOUCAULT, Michel (1976). *Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses*. Frankfurt am Main.
- GÖRLING, Reinhold (2004). „Zeugen für das, was einen ansieht. Überlegungen zum Verhältnis von Trauma, Bild und Zeugenschaft, ausgehend von Polanskis *Der Pianist*“, in: André KARGER und Rudolf HEINZ (Hrsg.). *Trauma und Gruppe – Psychoanalytische, philosophische und sozialwissenschaftliche Perspektiven*. Gießen, 49–70.
- GOUREVITCH, Philip (1998). *We wish to inform you that tomorrow we will be killed with our families. Stories from Rwanda*. New York.
- GRUBRICH-SIMITIS, Ilse (1995). „Vom Konkretismus zur Metaphorik. Kinder der Opfer – Kinder der Täter“, in: Martin S. BERGMANN, Milton E. JUCOVY und Judith S. KESTENBERG (Hrsg.). *Psychoanalyse und Holocaust*. Frankfurt am Main, 357–379.
- HOFFMANN-CURTIVUS, Kathrin (2000). „Trophäen und Amulette. Die Fotografien von Wehrmachts- und SS-Verbrechern in den Brieftaschen der Soldaten“, *Fotogeschichte* 20(78), 63–76.
- HUNT, Lynn Avery (2007). *Inventing Human Rights: a History*. New York.
- KERMANI, Navid (2007). „Ich bereue nichts‘. Wo anders als in einer Barbarei wie im Iran hängt man Menschen am helllichten Tag mitten in der Stadt an einem Kranwagen auf?“, *Frankfurter Rundschau* (06.09.2007), 48.
- LANGBEIN, John H. (2006). *Torture and the Law of Proof: Europe in the Ancien Régime*. Chicago.
- LUHMANN, Niklas (1993). *Gibt es in unserer Gesellschaft noch unverzichtbare Normen?* Heidelberg.
- NANCY, Jean-Luc (2006). *Am Grund der Bilder*. Zürich und Berlin.
- ORWELL, George (1969). *Nineteen Eighty-Four*. Harmondsworth.
- SCARRY, Elaine (1985). *The Body in Pain: The Making and Unmaking of the World*. New York.
- SIRONI, Francois (1999). *Bourreaux et victimes. Psychologie de la torture*. Paris.
- WEBER, Elisabeth (1997). „... . buchstabierend bis aufs Blut‘. Zur Subjektivität nach Levinas“, in: Elisabeth WEBER and Georg C. THOLEN (Hrsg.). *Das Vergessen(e). Anamnesen des Undarstellbaren*. Wien, 272–285.



**KLAUS-DIETER DRÜEN und GUIDO FÖRSTER**

**Düsseldorfer Zentrum für  
Unternehmensbesteuerung und -nachfolge**

Auf Initiative des Rektorats haben die Juristische Fakultät und die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf eine engere fachliche Kooperation auf dem Gebiet des Stiftungs(steu)rechts vereinbart und begonnen. Mit Zustimmung der Fakultäten und Anschubförderung durch das Rektorat haben die Fachlehrstühle für Unternehmenssteuerrecht (Juristische Fakultät) und für Betriebswirtschaftliche Steuerlehre (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät) im letzten Jahr das „Düsseldorfer Zentrum für Unternehmensbesteuerung und -nachfolge“ ins Leben gerufen.

Die Auftaktveranstaltung unter dem Titel „Steuerliche und rechtliche Aspekte der Stiftung“ fand in Kooperation mit der Steuerberaterkammer Düsseldorf und dem Steuerberaterverband Düsseldorf e.V. am 17. Juni 2008 im Haus der Steuerberater in Düsseldorf statt. Die Zusammenarbeit mit dem Berufsstand der Steuerberater soll die in Düsseldorf und Umgebung vorhandene Stiftungsbereitschaft aktivieren, auch zugunsten der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

Zu Beginn der Vortrags- und Diskussionsveranstaltung, an der rund 250 Gäste aus Steuerberatung und Wirtschaft teilnahmen, sprach Dr. Horst Vinken, Präsident der Bundessteuerberaterkammer und der Steuerberaterkammer Düsseldorf, zum Thema „Stiftungen zur Förderung von Bildung und Wissenschaft“. Der damalige Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch hielt einen Vortrag zur Frage „Stiftungsuniversität – Ein Modell für die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf?“

Die von den kooperierenden Lehrstuhlinhabern gehaltenen Fachvorträge zum Thema „Der Weg zur gemeinnützigen (rechtsfähigen) Stiftung – Stiftungszivilrechtliche Gestaltungsmöglichkeiten und steuerrechtliche Vorgaben“ (Univ.-Prof. Dr. Klaus-Dieter Drüen) und „Steuerliche Rahmenbedingungen für Stiftungsmaßnahmen“ (Univ.-Prof. Dr. Guido Förster, Steuerberater) sind im Folgenden in aktualisierter Form abgedruckt.





## KLAUS-DIETER DRÜEN

# Der Weg zur gemeinnützigen (rechtsfähigen) Stiftung – Stiftungszivilrechtliche Gestaltungsmöglichkeiten und steuerrechtliche Vorgaben

Der Stiftungsboom in Deutschland ist ungebrochen. Während die Zahl rechtsfähiger Stiftungen im Jahre 1980 noch bei 880 lag und jährlich ungefähr 120 Stiftungen gegründet wurden, ist sie im Jahr 2008 auf 16.406 angewachsen. Allein im Jahre 2008 wurden 1.020 neue Stiftungen gegründet.<sup>1</sup> Die Mehrzahl der Stiftungen ist dabei gemeinnützig. Nach Schätzungen soll dies für 95 Prozent aller Stiftungen gelten.<sup>2</sup> Der Staat fördert Gemeinwohl fördernde, private Organisationen durch eine Steuerfreistellung bei den Ertragsteuern. Verfassungsrechtlich rechtfertigt sich diese Förderung für die das Gemeinwohl fördernden Organisationen durch die Prinzipien der Subsidiarität und der Staatssubstitution.<sup>3</sup> Stiftungen sind taugliche Gemeinnützigkeitssubjekte.<sup>4</sup> Verfolgt eine Stiftung nach Satzung und tatsächlicher Geschäftsführung ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige, mildtätige oder kirchliche Zwecke (steuerbegünstigte Zwecke), genießt sie nicht nur selbst eine Steuerverschonung, sondern der Staat prämiert zugleich den Stifter durch den ertragsteuerlichen Zuwendungsabzug. Denn die Prinzipien der Subsidiarität und der Staatssubstitution rechtfertigen nicht nur die Steuerentlastung der zur Förderung des Gemeinwohls tätigen Organisation selbst, sondern sie erstrecken sich auch auf die Personen, die diese mit finanziellen Mitteln versorgen.<sup>5</sup> Dabei hat der Staat unlängst die steuerlichen Anreize für Stifter durch das „Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“ ausgedehnt<sup>6</sup> und dabei vor allem die speziellen Abzugsmöglichkeiten bei (Zu-)Stiftungen intensiviert.<sup>7</sup> Gerade wegen der besonderen Förderanreize für das Stiftungsengagement stellt sich für viele Stiftungswillige die Frage nach dem „richtigen Weg zur guten Tat“.

## Grundzüge des Stiftungszivilrechts

Eine Stiftung im Sinne der §§ 80 ff. BGB ist eine mit Rechtsfähigkeit ausgestattete nicht verbandsmäßig organisierte Einrichtung, die einen vom Stifter bestimmten Zweck mit Hil-

---

<sup>1</sup> Quelle: Bundesverband deutscher Stiftungen, <http://www.stiftungen.org> (30.04.2009).

<sup>2</sup> Richter (3<sup>2009</sup>: § 98 Rn. Vor 1).

<sup>3</sup> Näher Isensee (2003: 96 ff.) und Seer (2003: 21 ff.); zusammenfassend Drüen (2008: 445).

<sup>4</sup> Zum Kreis der steuerbegünstigten Körperschaften im Einzelnen Hüttemann (2008: § 2).

<sup>5</sup> Seer (2003: 26).

<sup>6</sup> Gesetz vom 10.10.2007, BGBl. I 2007, 2332. Dazu näher der Beitrag von Förster in diesem Jahrbuch.

<sup>7</sup> Nach § 10b Abs. 1a EStG n.F. können Spenden in den Vermögensstock öffentlich-rechtlicher und gemeinnütziger Stiftungen auf Antrag des Steuerpflichtigen in einem Zehnjahreszeitraum ab der Zuwendung bis zu einem Gesamtbetrag von einer Million € (zuvor 307.000 €) zusätzlich zu den Höchstbeträgen nach § 10b Abs. 1 Satz 1 EStG abgezogen werden. Überdies unterfallen seit dem Jahr 2007 auch bloße Zustiftungen, durch die keine neue (unselbständige) Stiftung gegründet wird, als Spenden in den Vermögensstock dem erhöhten Spendenabzug nach § 10 Abs. 1a EStG. Zur Anwendung vgl. BMF v. 18.12.2008, BStBl. 2009 I, 16.

fe eines dazu gewidmeten Vermögens dauerhaft fördern soll.<sup>8</sup> Im Zeitpunkt ihrer Errichtung erlangt die Stiftung eine rechtliche Unabhängigkeit vom Stifter. Im Hinblick auf die Ausgestaltung der Stiftung, was den Förderzweck, die Organisation und ihre Vermögensausstattung betrifft, hat er zwar einen großen Entscheidungsraum, doch sobald die Stiftung ihre Rechtsfähigkeit erlangt hat, ist seine Einflussnahme äußerst begrenzt.<sup>9</sup> Eine Stiftung ist, wenn man so will, eine „Einbahnstraße“.

Aus verschiedenen Gründen konzentriert sich die weitere Darstellung auf die lebzeitige Einrichtung einer rechtsfähigen Stiftung. Eine rechtsfähige Stiftung kann zwar auch von Todes wegen errichtet werden; sie entsteht mit dem Todestag des Stifters, vorbehaltlich der späteren Anerkennung durch die Stiftungsbehörde (vgl. § 84 BGB).<sup>10</sup> Für die lebzeitige Stiftung sprechen aber mehrere Gründe: Zunächst bietet sie für den Stifter den Vorteil, dass er die Gründung selbst und den Aufbau der Stiftungsarbeit noch tatkräftig begleiten kann.<sup>11</sup> Aus steuerrechtlicher Sicht ist sie vorzugswürdig, weil sie dem Stifter den Sonderausgabenabzug für die Erstkapitalausstattung nach § 10b EStG ermöglicht.<sup>12</sup>

Wesentliche Merkmale einer zu Lebzeiten des Stifters errichteten rechtsfähigen Stiftung sind nach §§ 80 ff. BGB der Stiftungszweck, das Stiftungsvermögen und die Stiftungsorganisation. Dazu bestimmt § 81 Abs. 1 BGB:

Das Stiftungsgeschäft unter Lebenden bedarf der schriftlichen Form. Es muss die verbindliche Erklärung des Stifters enthalten, ein Vermögen zur Erfüllung eines von ihm vorgegebenen Zweckes zu widmen. Durch das Stiftungsgeschäft muss die Stiftung eine Satzung erhalten mit Regelungen über:

- den Namen der Stiftung,
- den Sitz der Stiftung,
- den Zweck der Stiftung,
- das Vermögen der Stiftung,
- die Bildung des Vorstands der Stiftung.

Die Satzung ist das Kernstück der Verfassung der Stiftung.<sup>13</sup> Die Verfassung der Stiftung wird durch das Stiftungsgeschäft (§ 81 BGB), aber vor allem durch die Satzung bestimmt (§ 85 BGB). Das Stiftungsgeschäft unter Lebenden ist ein einseitiges, nicht empfangsbedürftiges Rechtsgeschäft.<sup>14</sup> Es ist bedingungsfeindlich. Auch wenn das Stiftungsgeschäft die Einbringung von Grundstücken in die Stiftung vorsieht, genügt nach überwiegender Ansicht die Schriftform und es ist keine notarielle Beurkundung erforderlich, zumal das Anerkennungsverfahren dieselbe Richtigkeitsgewähr und Warnfunktion bietet.<sup>15</sup>

<sup>8</sup> Heinrichs/Ellenberger (<sup>68</sup>2009: Vorb v § 80 Rn. 5); Schlüter/Stolte (2007: 31); Werner (2006: 539).

<sup>9</sup> Schlüter/Stolte (2007: 31).

<sup>10</sup> Näher Bianchini-Hartmann/Richter (2008: 340 f.); Hüttemann (2008: § 2 Rn. 55).

<sup>11</sup> Ebenso Hüttemann (2008: § 2 Rn. 56).

<sup>12</sup> Heinicke (<sup>28</sup>2009: § 10b Rn. 70 ff.).

<sup>13</sup> Heinrichs/Ellenberger (<sup>68</sup>2009: § 81 Rn. 5).

<sup>14</sup> Heinrichs/Ellenberger (<sup>68</sup>2009: § 81 Rn. 2); Werner (<sup>12</sup>2008: § 81 Rn. 3).

<sup>15</sup> Werner (<sup>12</sup>2008: § 81 Rn. 4); anderer Ansicht Heinrichs/Ellenberger (<sup>68</sup>2009: § 81 Rn. 3) und Troll/Wallenhorst/Halaczinsky (<sup>5</sup>2004: A Rn. 38).

Der *Stiftungszweck* wird vom Stifter im Stiftungsgeschäft festgesetzt und muss auf Dauer angelegt sein. Er kann gemeinnützig oder privatnützig sein.<sup>16</sup> Rein privatnützliche Ziele schließen freilich eine steuerrechtliche Begünstigung aus.

Das *Stiftungsvermögen* ist gleichfalls ein konstitutives Merkmal der Stiftung. Zu den gesetzlichen Voraussetzungen gehört neben der Satzung mit den gesetzlich geforderten Mindestangaben ein für die nachhaltige Zweckerreichung ausreichendes Vermögen. Als Stiftungsvermögen kommen in erster Linie Geld, Wertpapiere einschließlich Aktien, Anteile an Kapitalgesellschaften, Beteiligungen an Personengesellschaften, stille Beteiligungen, Grundstücke und andere Vermögensgegenstände in Betracht.<sup>17</sup> Die Werte, die der Stiftung mit der Maßgabe zugewandt werden, dass sie nicht verbraucht werden, sondern dauerhaft in der Stiftung verbleiben, bilden das Grundstockvermögen als das materielle Fundament der Stiftung. Aus ihm erzielt die Stiftung Erträge. Soweit die Satzung nichts anderes vorsieht, soll die Stiftungstätigkeit grundsätzlich nur aus den Erträgen finanziert werden. In diesem Fall gilt der später noch anzusprechende Grundsatz der Vermögenserhaltung.<sup>18</sup> Weder das BGB noch die Landesstiftungsgesetze schreiben ein *Mindestvermögen* für die Errichtung der Stiftung vor. Da aber die dauerhafte und nachhaltige Erfüllung des Stiftungszwecks gesichert sein muss, gehen die Stiftungsbehörden im Allgemeinen davon aus, dass ein Ertrag bringendes Stiftungsvermögen von mindestens 50.000 € vorhanden sein muss.<sup>19</sup> Dafür bedarf es einer Prognoseentscheidung. Nach der behördlichen Anerkennung müssen die einzelnen Gegenstände vom Stifter der Stiftung übereignet werden. Forderungs-, Mitgliedschafts- und andere abtretbare Rechte gehen nach § 82 Satz 2 BGB automatisch im Wege der Legalzession mit der Anerkennung der Stiftung über.<sup>20</sup>

Die Stiftung unterscheidet sich in ihrer *Organisation* durch ihre nicht verbandsmäßige Struktur von den anderen juristischen Personen des Privatrechts. Sie hat keine Mitglieder, sondern allenfalls Destinatäre. Die Rechtsstellung der Begünstigten, der Destinatäre, wird im Wesentlichen durch die Satzung und den Stiftungszweck festgelegt. Nur im Rahmen des Stiftungszwecks sind Zuwendungen aus Mitteln der Stiftung zulässig. Fehlt insoweit eine Satzungsbestimmung, haben die Destinatäre keinerlei Mitgliedschaftsrechte und somit auch weder Verwaltungs- noch Kontrollbefugnisse.<sup>21</sup> Die Stiftung nimmt durch ihren Vorstand am rechtsgeschäftlichen Verkehr teil. Der Vorstand ist an den in der Verfassung der Stiftung objektivierten Willen des Stifters gebunden. Die Stiftung muss über einen Vorstand im Sinne der §§ 86, 26 BGB verfügen. Der Vorstand ist das Organ, das die Stiftung im Rechtsverkehr vertritt. In der Regel wird der erste Vorstand im Stiftungsgeschäft bestellt. In der Satzung muss geregelt sein: die Größe des Vorstands, seine personelle Besetzung sowie das Bestellungs- und Abberufungsverfahren. Dabei reicht die Angabe einer Bandbreite, zum Beispiel zwei bis vier Personen, aus.<sup>22</sup> Daneben können auch andere Organe wie ein Kuratorium, ein Stiftungs- oder ein Verwaltungsrat im Stiftungsgeschäft vorgesehen werden. In der Satzung sind bereits die Aufgaben und Kompetenzen der Or-

---

<sup>16</sup> Fischer/Ihle (2008: 1694).

<sup>17</sup> Fischer/Ihle (2008: 1694); Schlüter/Stolte (2007: 59).

<sup>18</sup> Schlüter/Stolte (2007: 32, 59).

<sup>19</sup> Näher Fischer/Ihle (2008: 1694); Freundl (2004: 1510); Schlüter/Stolte (2007: 60).

<sup>20</sup> Schlüter/Stolte (2007: 61).

<sup>21</sup> Seifart/v. Campenhausen (<sup>3</sup>2009: § 8 Rn. 132).

<sup>22</sup> Fischer/Ihle (2008: 1695 f.); Schlüter/Stolte (2007: 33, 58 f.).

gane voneinander abzugrenzen. Im Gegensatz zu anderen Landesstiftungsgesetzen sieht das nordrhein-westfälische Landesstiftungsgesetz keine detaillierten Vorgaben hinsichtlich des Berufungsverfahrens, der Aufgaben und der Kompetenzen bei der Stiftungsorganisation vor, so dass Regelungen in der Satzung beziehungsweise in einer dieser als Anlage beizufügenden Geschäftsordnung vorgesehen werden können.<sup>23</sup>

### **Stiftungssatzung: Privatautonomie und zivilrechtliche Mindestanforderungen**

Die Stiftung ist nach § 80 Abs. 2 BGB als rechtsfähig anzuerkennen, wenn das Stiftungsgeschäft den Anforderungen des § 81 Abs. 1 BGB genügt, die dauernde und nachhaltige Erfüllung des Stiftungszwecks gesichert erscheint und der Stiftungszweck das Gemeinwohl nicht gefährdet. Der Stifter hat privatautonom einen großen Spielraum, der nur durch die Gemeinwohlgefährdung eingeschränkt ist.<sup>24</sup> In Hinblick auf Zweck, Kapital, Sitz, Name und Organisation der Stiftung genießt der Stifter die volle Privatautonomie. Er ist bei der Ausgestaltung der Satzung nicht an Formulierungsvorgaben gebunden, sondern hat Formulierungsfreiheit.<sup>25</sup> Darum kann für jede Stiftung dem Zweck entsprechend eine maßgeschneiderte passende Stiftungssatzung erstellt werden. Zivilrechtlich ist der Stifterwille also sehr weitreichend. Die Stiftungsverfassung wird allerdings limitiert durch zwingendes Bundes- und Landesrecht (§ 85 BGB). Dabei ist im Stiftungszivilrecht umstritten, ob einzelne Typen unternehmensverbundener Stiftungen zulässig sind.<sup>26</sup>

### **Staatliches Anerkennungsverfahren und Reichweite der staatlichen Stiftungsaufsicht**

Die gesetzlichen Voraussetzungen, unter denen eine Stiftung Rechtsfähigkeit erlangt, werden im BGB einheitlich und abschließend bestimmt.<sup>27</sup> Das Stiftungsgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen (§ 2 StiftG NRW) verweist lediglich auf die Bestimmungen des BGB (§ 80 Abs. 1 und 2 BGB). Rechtsfähige Stiftungen des privaten Rechts erlangen ihre Rechtsfähigkeit durch ihre Anerkennung seitens der zuständigen Landesbehörde (§ 80 Abs. 1 BGB).<sup>28</sup> In Nordrhein-Westfalen ist die Bezirksregierung Stiftungsaufsichtsbehörde.<sup>29</sup>

Die Anerkennung ist nach § 80 Abs. 2 BGB auszusprechen, wenn die in den §§ 80 und 81 BGB abschließend bestimmten gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen. Darum besteht ein Recht auf Stiftung.<sup>30</sup> Im Stiftungszivilrecht geht es allein um das negative Tatbestandsmerkmal der Gemeinwohlgefährdung, das die privatautonome Stifterfreiheit ein-

<sup>23</sup> Fischer/Ihle (2008: 1695 f.).

<sup>24</sup> Werner (<sup>12</sup>2008: § 81 Rn. 7).

<sup>25</sup> Heinrichs/Ellenberger (<sup>68</sup>2009: § 81 Rn. 5 ff.); Werner (<sup>12</sup>2008: § 81 Rn. 7).

<sup>26</sup> Muscheler (2008a: 134 f.); Muscheler (2008b: 179 f.).

<sup>27</sup> Andrick (2005: 446).

<sup>28</sup> Hüttemann (2008: § 2 Rn. 54); Troll/Wallenhorst/Halaczinsky (<sup>5</sup>2004: A Rn. 38). Ob zwischen dem Zeitpunkt der Vornahme des Stiftungsgeschäfts und dem Tag der Anerkennung eine der Vorgesellschaft oder dem Vorverein vergleichbare Vorstiftung besteht, erscheint fraglich, weil kein Registrierungsverfahren vorgeschrieben ist (ablehnend Hüttemann 2008: § 2 Rn. 54; anderer Ansicht Werner <sup>12</sup>2008: Vor § 80 Rn. 22).

<sup>29</sup> § 15 Abs. 2 StiftG NRW.

<sup>30</sup> Hüttemann (2008: § 2 Rn. 45).

schränkt.<sup>31</sup> Das Gemeinwohl ist gefährdet bei Verstoß gegen die Verfassung, ein allgemein gesetzliches Verbot oder gegen die guten Sitten. Das Erfordernis einer „gemeinwohlkonformen Allzweckstiftung“<sup>32</sup> ist darum nicht identisch mit den Gemeinwohlerfordernissen der Abgabenordnung (AO). Die Anerkennung durch die Stiftungsaufsichtsbehörde ist ein privatrechtsgestaltender Verwaltungsakt.<sup>33</sup> In der Regel wird dem Stifter sowie dem im Stiftungsgeschäft benannten ersten Stiftungsvorstand eine Anerkennungsurkunde zugestellt.<sup>34</sup>

Die Aufsicht über die durch Anerkennung rechtsfähige Stiftung üben die Länder aus. Das BGB lässt nicht etwa offen, ob und gegebenenfalls in welchem Umfang die Länder eine staatliche Stiftungsaufsicht einrichten können. Es hat vielmehr die Entscheidung dem Grunde nach (abschließend) getroffen, dass der Staat das Leben sämtlicher von den §§ 80 ff. BGB erfassten Stiftungen flankiert und begleitet. Den Ländern überlässt es – auch über die Öffnungsklausel des § 85 BGB – die Befugnis, die Stiftungsaufsicht im Einzelnen zu gestalten, insbesondere Regelungen über die Zuständigkeit und den Umfang sowie die Intensität staatlicher Aufsichtsbefugnisse präventiver und repressiver Art zu treffen.<sup>35</sup>

Eine eingeschränkte Stiftungsaufsicht gilt bei privaten Stiftungen. Nach dem Stiftungsgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen unterliegt nicht jeder Stiftungstyp der vollen staatlichen Aufsicht. Aus § 6 Abs. 3 StiftG NRW folgt die Einschränkung, dass Stiftungen, die ausschließlich oder überwiegend private Zwecke verfolgen, nur insoweit der Stiftungsaufsicht unterliegen, als sicherzustellen ist, dass ihre Betätigung gesetzlich geschützten Interessen zuwiderläuft. Die Gesetzesbegründung rechtfertigt die abgesenkte staatliche Aufsicht damit, dass bei privatnützigen Stiftungen nicht in gleicher Weise wie bei gemeinnützigen Stiftungen eine staatliche Mitverantwortung für die Seriosität und kein gleichrangiges öffentliches Interesse daran bestehe, deren Ansehen und Vertrauen der Öffentlichkeit zu gewährleisten.<sup>36</sup> Soweit die Stiftungen gemeinnützige Zwecke im Sinne der §§ 52 ff. AO verfolgen, sind sie nicht allein privatnützig, und darum unterliegen sie nicht nur der eingeschränkten, sondern der vollen Stiftungsaufsicht.<sup>37</sup>

In Nordrhein-Westfalen ist der Stiftungsaufsichtsbehörde<sup>38</sup> durch den Stiftungsvorstand innerhalb von neun Monaten nach Ablauf des Geschäftsjahres eine Jahresabrechnung, eine Vermögensübersicht sowie ein Bericht über die Erfüllung des Stiftungszwecks vorzulegen (§ 7 Abs. 1 StiftG NRW). Diese Aufsichtsbehörde überwacht auch die Belastung oder Veräußerung erheblicher Vermögenswerte der Stiftung (§ 7 Abs. 2 StiftG NRW) und beanstandet Maßnahmen der Stiftungsorgane, soweit sie dem Stiftungszweck zuwiderlaufen (§ 8 Abs. 1 StiftG NRW). Die Grundsätze ordnungsgemäßer Buchführung aus § 238 HGB sind bei der Rechnungslegung in Nordrhein-Westfalen nur insoweit bindend, als die Stiftung durch einen unternehmerischen Geschäftsbetrieb die Kaufmannseigenschaft des § 1 HGB erfüllt.<sup>39</sup> Der vom Institut der Wirtschaftsprüfer (IDW) herausgegebene allgemeine

<sup>31</sup> Vgl. Schauhoff (2005: § 3 Rn. 20); Werner (12 2008: § 80 Rn. 12).

<sup>32</sup> Wiederum Werner (12 2008: § 80 Rn. 12).

<sup>33</sup> Schlüter/Stolte (2007: 64).

<sup>34</sup> Schlüter/Stolte (2007: 65).

<sup>35</sup> Andrick (2005: 446).

<sup>36</sup> Gesetzesentwurf der Landesregierung, LT-Drucksache 13/5987, S. 14; dagegen kritisch Andrick (2005: 448).

<sup>37</sup> Andrick (2005: 448).

<sup>38</sup> § 15 Abs. 2 StiftG NRW.

<sup>39</sup> Buchna (9 2008: 236); Troll/Wallenhorst/Halaczinsky (5 2004: B Rn. 11).

Rechnungslegungsstandard für Stiftungen<sup>40</sup> dient der Orientierung,<sup>41</sup> er ist indes als Empfehlung eines Fachgremiums für Stiftungen nicht rechtlich bindend. Stets ist es Aufgabe der Rechnungslegung, einen Einblick in das vorhandene Vermögen sowie dessen weitere Erzielung und Verwendung zu gewährleisten.<sup>42</sup>

## **Gemeinnützigkeitsrechtliche Vorgaben für Stiftungen – Satzungsmäßige Voraussetzungen**

Der Staat fördert private Stiftungen, die ihrerseits selbstlos und unmittelbar das Gemeinwohl fördern, durch weitreichende Steuerbefreiungen und -vergünstigungen (§§ 51 bis 68 AO in Verbindung mit den Einzelsteuergesetzen).<sup>43</sup> Grund dafür sind, wie eingangs erwähnt, die Prinzipien der Staatssubstitution und der Subsidiarität. Bei der Errichtung und Verwaltung einer rechtsfähigen gemeinnützigen Stiftung sind neben den Vorschriften des Stiftungszivilrechts auch die steuerlichen Voraussetzungen des Gemeinnützigkeitsrechts zu beachten. Dazu gehört insbesondere das Erfordernis der satzungsmäßigen Gemeinnützigkeit (§§ 59 und 60 AO).<sup>44</sup> Nach § 59 AO wird die Steuervergünstigung nur gewährt, wenn sich

aus der Satzung, dem Stiftungsgeschäft oder der sonstigen Verfassung ergibt, welchen Zweck die Körperschaft verfolgt, dass dieser Zweck den Anforderungen der §§ 52 bis 55 AO entspricht und dass er ausschließlich und unmittelbar verfolgt wird.

Dabei hat § 59 AO eine doppelte Funktion: Einerseits ist er die gesetzliche Grundlage für den Grundsatz der satzungsmäßigen Gemeinnützigkeit und bestimmt andererseits den Mindestinhalt einer Satzung.<sup>45</sup> Der steuerbegünstigte Zweck und die Art seiner Verwirklichung muss in der Satzung so genau bestimmt sein, dass allein aufgrund der Satzung geprüft werden kann, ob die Voraussetzungen für die Steuervergünstigung gegeben sind (§ 60 AO). Seit dem Jahressteuergesetz 2009 muss die Satzung die in der dem Gesetz nunmehr als Anlage 1 beigefügten Mustersatzung bezeichneten Festlegungen enthalten.<sup>46</sup> Zudem ist eine Vermögensbindungsklausel nach § 61 Abs. 1 AO erforderlich.<sup>47</sup>

## **Anforderungen an die tatsächliche Geschäftsführung der Stiftung**

Die Anforderungen an die tatsächliche Geschäftsführung der Stiftung (§ 63 Abs. 1 AO) sind in erster Linie die Selbstlosigkeit (§ 55 AO), die Ausschließlichkeit (§ 56 AO) und die

<sup>40</sup> IDW-Stellungnahme zur Rechnungslegung: Rechnungslegung von Stiftungen (IDW RS HFA 5), WPg 2000, 391.

<sup>41</sup> Positiv Kußmaul/Meyering (2004: 376).

<sup>42</sup> Schauhoff (<sup>2</sup>2005: § 3 Rn. 94).

<sup>43</sup> Zum Überblick Seer/Versin (2007: 588).

<sup>44</sup> Schauhoff (<sup>2</sup>2005: § 5 Rn. 99).

<sup>45</sup> Hüttemann (2008: § 4 Rn. 122); Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 122).

<sup>46</sup> Art. 10 Nr. 14 Jahressteuergesetz 2009 v. 19.12.2008, BGBl. I 2008, 2794.

<sup>47</sup> Hüttemann (2008: § 2 Rn. 59); vgl. auch Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 128 ff.); Schauhoff (<sup>2</sup>2005: § 5 Rn. 102). Durch das Jahressteuergesetz 2009 wurde die bislang durch § 62 AO eröffnete Ausnahme von der satzungsmäßigen Vermögensbindung aufgehoben.

Unmittelbarkeit der Zweckverwirklichung (§ 57 AO). Der Anwendungserlass zur Abgabenordnung (AEO) konkretisiert die Anforderungen aus Verwaltungssicht.<sup>48</sup>

*Selbstlosigkeit* im Sinne des § 55 AO meint die selbstlose, insbesondere nicht eigenwirtschaftliche Verfolgung der satzungsmäßigen Zwecke.<sup>49</sup> Das Selbstlosigkeitsprinzip wird durch die Formulierung des § 55 Abs. 1 Satz 1 AO „nicht in erster Linie“ eingeschränkt. Die Selbstlosigkeit ist aber erst dann nicht mehr gegeben, wenn die eigenwirtschaftlichen Interessen der Gesellschaft(er) das bestimmende Motiv des körperschaftlichen Wirkens darstellen. Allerdings kann auch eine gemeinnützige Stiftung in den Grenzen von § 58 Nr. 5 AO einen Teil ihres Einkommens für die Versorgung des Stifters und seiner nächsten Angehörigen verwenden. Dies ist ein zulässiger Nebenzweck der gemeinnützigen Stiftung.<sup>50</sup>

*Ausschließlichkeit* bedeutet, dass die gemeinnützige Stiftung ausschließlich ihre gemeinnützigen Zwecke verfolgen darf (§ 56 AO). Zwar schränken §§ 55 Abs. 1 Satz 1 und 64 AO diesen Grundsatz ein, indem sie der Stiftung eigenwirtschaftliche Tätigkeit zum Zwecke der Mittelbeschaffung gestatten; dieser eigenwirtschaftliche Geschäftsbetrieb wird aber der Besteuerung unterworfen, so dass im Grunde kein Widerspruch zum Ausschließlichkeitsgrundsatz besteht.<sup>51</sup>

Die Stiftung ist grundsätzlich verpflichtet, ihre Zwecke *unmittelbar* zu verfolgen (§ 57 AO). Das bedeutet, dass das Tätigwerden der Stiftung darauf gerichtet sein muss, die steuerbegünstigten Zwecke direkt zu fördern, ohne dass weitere Umsetzungsaktivitäten dazwischengeschaltet sind oder sich die gemeinnützige Zweckerreichung lediglich als Folgewirkung der eigentlichen Stiftungsaktivitäten erweist.<sup>52</sup> Eine mittelbare gemeinnützige Tätigkeit reicht grundsätzlich nicht aus. Eine Ausnahme stellt § 58 Nr. 1 AO dar. Demnach kann eine Mittelbeschaffungskörperschaft, die sich darauf beschränkt, ihre Mittel überwiegend oder vollständig einer anderen, auch steuerbegünstigten Körperschaft zur Verwendung zu überlassen, gemeinnützig sein.<sup>53</sup> Diese Tätigkeit als Mittelbeschaffungstiftung empfiehlt sich für Stiftungen mit geringer Kapitalausstattung, weil geringe Verwaltungsressourcen ausreichen, um die Erträge nahezu ungeschmälert dem guten Zweck zuzuführen.<sup>54</sup>

Hinsichtlich der tatsächlichen Geschäftsführung treffen die gemeinnützige Stiftung spezielle Verfahrens- und Nachweispflichten. Die Gewährung gesetzlicher Steuervergünstigungen ist nicht an die Ordnungsmäßigkeit der Buchführung gekoppelt. Die Steuerverchonung bei steuerbegünstigten Körperschaften setzt aber ordnungsmäßige Aufzeichnungen im Sinne des § 63 Abs. 3 AO voraus. Die Stiftung muss demnach mittels ordnungsgemäßer Aufzeichnungen über Einnahmen und Ausgaben den Nachweis führen, dass die tatsächliche Geschäftsführung auf ausschließliche und unmittelbare Erfüllung der steuerbegünstigten Zwecke gerichtet ist. Die handelsrechtlichen Rechnungslegungsvorschriften

<sup>48</sup> AEO v. 2.1.2008, BStBl. I 2008, 26 (45 ff.); zum Teil neugefasst für das Gemeinnützigkeitsrecht durch AEO v. 21.4.2008 BStBl. I 2008, 582.

<sup>49</sup> Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 36 ff.).

<sup>50</sup> Vgl. Bianchini-Hartmann/Richter (2008: 360 f.); Hüttemann (2008: § 2 Rn. 60 und Rn. 48); Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 114).

<sup>51</sup> Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 72 ff.).

<sup>52</sup> Fischer/Ihle (2008: 1697).

<sup>53</sup> Buchna (<sup>9</sup>2008: 180 f.); Fischer/Ihle (2008: 1697); näher zur Überlassung finanzieller Mittel Troll/Wallenhorst/Halaczinsky (<sup>5</sup>2004: C Rn. 111 ff.).

<sup>54</sup> Vgl. Fischer/Ihle (2008: 1697).

sind nur insoweit zu beachten, als sich dies aus der Rechtsform oder wirtschaftlichen Tätigkeit ergibt.<sup>55</sup>

## **Stiftungsrechtliches Gebot der Kapitalerhaltung und stiftungssteuerrechtliches Gebot zeitnaher Mittelverwendung**

Beim Vermögenseinsatz gemeinnütziger Stiftungen sind Verbindungslinien von Stiftungszivilrecht und Stiftungssteuerrecht zu beachten: Nach dem dispositiven<sup>56</sup> Grundsatz der Kapitalerhaltung darf das Stiftungskapital nicht angegriffen werden und die Stiftung darf ihre Förderung lediglich aus den Erträgen erbringen (§ 4 StiftG NRW).<sup>57</sup> Die stiftungszivilrechtlichen Möglichkeiten und die Vorgaben des steuerlichen Gemeinnützigkeitsrechts stehen dabei nicht unverbunden nebeneinander. Nach zutreffender Ansicht werden die gemeinnützigkeitsrechtlichen Vorgaben insbesondere zur Vermögensverwendung (§§ 55, 58 AO) nicht durch das stiftungsrechtliche Prinzip der Vermögenserhaltung verdrängt.<sup>58</sup> Vielmehr ist es genau umgekehrt: Durch das Erfordernis der satzungsmäßigen Gemeinnützigkeit werden die Stiftungsvorstände auch mit den Mitteln des Stiftungsrechts zur Erhaltung der steuerlichen Rahmenbedingungen verpflichtet. Eine steuerlich unzulässige Rücklagenbildung ist daher auch von den Stiftungsbehörden als satzungswidrig zu beanstanden. Daher müssen sich die Vermögenserhaltungsstrategien der Stiftung an den Vorgaben der §§ 55 Abs. 1 Nr. 5, 58 Nr. 6, Nr. 7, Nr. 11 und Nr. 12 AO orientieren.<sup>59</sup> Dies illustriert, dass bereits mit der Errichtung der Satzung die Weichen zwischen der privatnützigen und der gemeinnützigen Stiftung gestellt werden. Bei der gemeinnützigen Stiftung werden bereits in der Satzung planmäßig beide Rechtsschichten durch den Stifter miteinander verbunden.

Bei der tatsächlichen Geschäftsführung müssen die Restriktionen des Gemeinnützigkeitsrechts beachtet werden: So ist die zeitnahe Mittelverwendung Aufgabe und zugleich Bürde der gemeinnützigen Stiftung.<sup>60</sup> § 55 Abs. 1 Nr. 5 AO normiert den Grundsatz der zeitnahen Mittelverwendung. Eine steuerbegünstigte Stiftung muss die ihr in einem Geschäftsjahr zugeflossenen Mittel bis zum Ende des folgenden Jahres für ihre Satzungszwecke verwandt haben. Verwendung ist dabei auch die Anschaffung oder Herstellung von Vermögensgegenständen, die satzungsmäßigen Zwecken dient. Am Ende des Kalender- oder Wirtschaftsjahres noch vorhandene Mittel müssen in der Bilanz oder der Vermögensaufstellung dem Vermögen oder einer zulässigen Rücklage zugeordnet werden. Sind Mittel für die Verwendung in Folgejahren bestimmt, ist dies durch eine eigenständige Mittelverwendungsrechnung nachzuweisen.<sup>61</sup> Das Vermögen der Stiftung, auch soweit es durch Umschichtungen entstanden ist, unterliegt nicht dem Gebot der zeitnahen Mit-

<sup>55</sup> Kußmaul/Meyering (2004: 371) mit weiteren Nachweisen.

<sup>56</sup> Soweit nicht in der Satzung etwas anderes bestimmt ist oder der Wille der Stifterin oder des Stifters auf andere Weise nicht verwirklicht werden kann, ist das Stiftungsvermögen ungeschmälert zu erhalten (§ 4 Abs. 2 Satz 1 StiftG NRW); näher zur so genannten Verbrauchsstiftung Werner (<sup>12</sup>2008: Vor § 80 Rn. 24) mit weiteren Nachweisen.

<sup>57</sup> Näher Schlüter/Stolte (2007: 113 ff.).

<sup>58</sup> Überzeugend Hüttemann (2008: § 2 Rn. 60) mit weiteren Nachweisen; ebenso Neuhoff (<sup>12</sup>2000: Vor § 80 Rn. 92 f.).

<sup>59</sup> Vgl. Hüttemann (2008: § 2 Rn. 60 und Rn. 48).

<sup>60</sup> Thiel (1992: 1900).

<sup>61</sup> AEO Nr. 27 zu § 55 AO; Beispiele für eine Mittelverwendungsrechnung bei Buchna (<sup>9</sup>2008: 125) sowie Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 80).



telverwendung.<sup>62</sup> Mittelverwendung für satzungswidrige Zwecke ist der Stiftung freilich untersagt (§ 55 Abs. 1 Nr. 1 und 3 AO).

## Überprüfung der Gemeinnützigkeitsanforderungen durch die Finanzbehörde

Ein stiftungssteuerliches „Anerkennungsverfahren“ parallel zum stiftungszivilrechtlichen gibt es nicht. Auch ist ein besonderes Prüfungsverfahren für die steuerliche Gemeinnützigkeit gesetzlich nicht vorgesehen.<sup>63</sup> Vielmehr prüft die Finanzverwaltung die Voraussetzungen der Gemeinnützigkeit im laufenden Veranlagungs- und Festsetzungsverfahren.<sup>64</sup> Dies ist dem Umstand geschuldet, dass neben den satzungsmäßigen Voraussetzungen auch die tatsächliche Geschäftsführung den Vorschriften des Gemeinnützigkeitsrechts entsprechen muss (§ 63 Abs. 1 AO). Diese Voraussetzung kann die Finanzverwaltung aber logischerweise erst im Nachhinein überprüfen. Das zuständige Finanzamt kann allerdings von der jährlichen Anforderung zur Abgabe von Steuererklärungen absehen. Dies entspricht einer verbreiteten Praxis. Soweit keine wirtschaftlichen zu steuernden Tätigkeiten ausgeübt werden, wird demnach ein Freistellungsbescheid für die Dauer von drei Jahren erteilt.<sup>65</sup> Das Finanzamt kann auf Antrag der Stiftung zunächst eine vorläufige Bescheinigung der Gemeinnützigkeit erteilen.<sup>66</sup>

## Fazit: Das Ziel der maßgeschneiderten Stiftungssatzung

Die Privatautonomie gewährt dem Stifter große Freiheiten. Bei der gemeinnützigen Stiftung sind indes die angerissenen Vorgaben der Abgabenordnung bereits bei der Errichtung der Satzung zu beachten. Der ungeschulte Laie kann in der Regel nur mit Hilfe fachlicher juristischer Unterstützung durch die Anerkennungsbehörde oder Rechtsberatung eine wirksame durchführbare Stiftungssatzung festlegen.<sup>67</sup> Zwischen einer bloß wirksamen und einer maßgeschneiderten Satzung liegen indes Welten. Daher ist dem Stifter eine rechtliche und steuerrechtliche Beratung dringend anzuraten.

Auf dem Weg in die steuerliche Gemeinnützigkeit ist dem Stifter und seinen Beratern ohnehin zu empfehlen, vor der Gründung die Satzung dem zuständigen Finanzamt zur Prüfung vorzulegen.<sup>68</sup> Denn einerseits können auf diesem Wege präventiv bereits Formulierungen abgestimmt und Satzungsmängel vermieden werden. Zum anderen gewährt die Finanzverwaltung für geprüfte Satzungen einen Vertrauensschutz. Dabei bleiben Satzungsverstöße folgenlos.<sup>69</sup> Gerade mit Blick auf den Vertrauensschutz prüfen die Finanzämter die Satzung neu errichteter Körperschaften intensiver.<sup>70</sup> Es gilt also der Rat, in

<sup>62</sup> AEAO Nr. 28 zu § 55 AO; Fischer/Ihle (2008: 1695).

<sup>63</sup> Hüttemann (2008: § 7 Rn. 2); Richter (<sup>3</sup>2009: § 98 Rn. 150).

<sup>64</sup> Buchna (<sup>9</sup>2008: 451); Hüttemann (2008: § 7 Rn. 5 ff.).

<sup>65</sup> Schlüter/Stolte (2007: 67).

<sup>66</sup> Hüttemann (2008: § 7 Rn. 9 f.).

<sup>67</sup> Werner (<sup>12</sup>2008: § 81 Rn. 7).

<sup>68</sup> Ebenso Hüttemann (2008: § 4 Rn. 144).

<sup>69</sup> AEAO, BStBl. I 2008, 582 (584) § 59 Nr. 8; dazu auch Hüttemann (2008: § 4 Rn. 144 sowie § 7 Rn. 6).

<sup>70</sup> Hüttemann (2008: § 4 Rn. 125).

enger Kooperation mit dem zuständigen Finanzamt den Weg in die Gemeinnützigkeit einzuschlagen.

Wem der aufgezeigte Weg zu einer eigenen rechtsfähigen gemeinnützigen Stiftung zu steinig erscheint, weil das für die gute Tat reservierte Vermögen diese Hürden nicht zu überwinden vermag, für den gibt es aber auch eine Zustiftung als unsteinigen Weg. Bei der bloßen Zustiftung wird keine selbständige Körperschaft gegründet.<sup>71</sup> Auch aus steuerrechtlicher Sicht gibt es keinen Zwang für die Errichtung einer eigenständigen Stiftung, weil auch Zustiftungen nunmehr begünstigt sind.<sup>72</sup>

## Literatur

- ANDRICK, Berndt (2005). „Das Stiftungsgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen“, *Nordrhein-Westfälische Verwaltungsblätter*, 445–450.
- BIANCHINI-HARTMANN, Maren und Andreas RICHTER (2008). „Die Besteuerung von Familienstiftungen“, in: Dieter BIRK (Hrsg.). *Transaktionen Vermögen Pro Bono, Festschrift zum zehnjährigen Bestehen von P+P Pöllath + Partners*. München, 337–362.
- BUCHNA, Johannes (<sup>9</sup>2008). *Gemeinnützigkeit im Steuerrecht*. Achim.
- DRÜEN, Klaus-Dieter (2008). „Steuerliche Förderung von Wissenschaft und Forschung“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 443–455.
- FISCHER, Daniel und Jörg IHLE (2008). „Satzungsgestaltung bei gemeinnützigen Stiftungen“, *Deutsches Steuerrecht*, 1692–1698.
- FÖRSTER, Guido (2009). „Steuerliche Rahmenbedingungen für Stiftungsmaßnahmen“, in: H. Michael PIPER (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2008/2009*. Düsseldorf, 677–687.
- FREUNDL, Fabian (2004). „Die Stiftung – das Gestaltungsinstrument der Unternehmensnachfolge“, *Deutsches Steuerrecht*, 1509–1514.
- HEINICKE, Wolfgang (<sup>28</sup>2009), in: Ludwig SCHMIDT. *Einkommensteuergesetz Kommentar*. München.
- HEINRICHS, Helmut und Jürgen ELLENBERGER (<sup>68</sup>2009), in: Otto PALANDT. *Bürgerliches Gesetzbuch*. München.
- HÜTTEMANN, Rainer (2008). *Gemeinnützigkeits- und Spendenrecht*. Köln.
- KUSSMAUL, Heinz und Stephan MEYERING (2004). „Die Rechnungslegung der Stiftung“, *Deutsches Steuerrecht*, 371–376.
- MUSCHELER, Karheinz (2008a). „Die Unternehmensstiftung, besser: Die unternehmensverbundene Stiftung, Teil 1“, *Zeitschrift für die gesamte erbrechtliche Praxis*, 134–143.
- MUSCHELER, Karheinz (2008b). „Die Unternehmensstiftung, besser: Die unternehmensverbundene Stiftung, Teil 2“, *Zeitschrift für die gesamte erbrechtliche Praxis*, 174–181.
- NEUHOFF, Klaus (<sup>12</sup>2000), in: Hans Theodor SOERGEL. *Bürgerliches Gesetzbuch*, §§ 1–103. Frankfurt am Main.
- RICHTER, Andreas (<sup>3</sup>2009). *Handbuch des Gesellschaftsrechts*. Bd. 5. München.
- SCHAUHOFF, Stephan (<sup>2</sup>2005). *Handbuch der Gemeinnützigkeit*. München.
- SCHLÜTER, Andreas und Stefan STOLTE (2007). *Stiftungsrecht*. München.

<sup>71</sup> Eingehend zur Zustiftung Werner (2003).

<sup>72</sup> Seit dem Jahr 2007 sind Spenden in den Vermögensstock durch einen erhöhten Spendenabzug nach § 10 Abs. 1a EStG auch dann begünstigt, wenn keine neue Stiftung begründet wird, sondern die Gründung einer bloßen Zustiftung erfolgt. Dazu näher der folgende Beitrag von Förster.

- SEER, Roman (2003). „Gemeinwohlzwecke und steuerliche Entlastung“, in: Monika JACHMANN (Hrsg.). *Gemeinnützigkeit, Deutsche Steuerjuristische Gesellschaft*. Bd. 26. Köln, 11–48.
- SEER, Roman und Volker VERSIN (2007). „Die gemeinnützige Stiftung im Steuerrecht“, *Steuer und Studium*, 588–594.
- SEIFART, Werner und Axel VON CAMPENHAUSEN (<sup>3</sup>2009). *Stiftungsrechts-Handbuch*. München.
- THIEL, Jens (1992). „Die *zeitnahe Mittelverwendung – Aufgabe und Bürde* gemeinnütziger Körperschaften“, *Der Betrieb*, 1900–1907.
- TROLL, Max, Rolf WALLENHORST und Raymond HALACZINSKY (<sup>5</sup>2004). *Die Besteuerung gemeinnütziger Vereine, Stiftungen und der juristischen Personen des öffentlichen Rechts*. München.
- WERNER, Almuth (2003). *Die Zustiftung*. Baden-Baden.
- WERNER, Rüdiger (2006). „Stiftungen als Instrument der Unternehmens- und Vermögensnachfolge“, *Zeitschrift für Erbrecht und Vermögensnachfolge*, 539–644.
- WERNER, Olaf (<sup>12</sup>2008), in: Walter ERMAN. *Bürgerliches Gesetzbuch*. Bd. 1, § 80. Köln.



# GUIDO FÖRSTER

## Steuerliche Rahmenbedingungen für Stiftungsmaßnahmen

### Einführung

Unter Stiftungsmaßnahmen ist die Zuwendung von Vermögen zur Erfüllung eines vom Stifter festgelegten Zwecks zu verstehen. Nicht selten sollen hierdurch die Allgemeinheit gefördert und ideelle Zwecke verfolgt werden, die auch zu den Aufgaben eines staatlichen Gemeinwesens gehören. Die gemeinwohlorientierte Förderung des Gemeinwesens durch Stifter tritt damit teilweise an die Stelle staatlicher Aufgabenwahrnehmung.

Die Bedeutung von Stiftungsmaßnahmen nimmt nach Angaben des Bundesverbandes deutscher Stiftungen immer mehr zu: So beläuft sich etwa die Gesamtzahl rechtsfähiger Stiftungen in Deutschland auf fast 15.500 und das gesamte Stiftungskapital nach einer groben Schätzung auf circa 100 Milliarden €. Im Jahr 2007 wurden in Deutschland 1.134 neue rechtsfähige Stiftungen errichtet.<sup>1</sup>

Eine besondere steuerliche Förderung genießen Stiftungsmaßnahmen, wenn eine Körperschaft, Personenvereinigung oder Vermögensmasse im Sinne des Körperschaftsteuergesetzes (KStG) bedacht wird, die nach der Satzung, dem Stiftungsgeschäft oder der sonstigen Verfassung und nach der tatsächlichen Geschäftsführung ausschließlich und unmittelbar steuerbegünstigte Zwecke im Sinne der §§ 52 bis 54 AO verfolgt.<sup>2</sup>

- So ist die Körperschaft von Körperschaftsteuer und Gewerbesteuer befreit, soweit nicht ein wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb vorliegt (§ 5 Abs. 1 Nr. 9 KStG, § 3 Nr. 6 GewStG).
- Ein wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb unterliegt nicht der Körperschaftsteuer und Gewerbesteuer, sofern die Einnahmen einschließlich Umsatzsteuer insgesamt 35.000 € pro Jahr nicht übersteigen (§ 64 Abs. 3 AO).
- Bei der Umsatzsteuer sind die Umsätze zum Teil steuerbefreit (§ 4 Nr. 16, 18, 20, 22 UStG). Steuerpflichtige Leistungen unterliegen dem ermäßigten Steuersatz von sieben Prozent, soweit sie nicht im Rahmen eines wirtschaftlichen Geschäftsbetriebs erbracht oder im Rahmen eines Zweckbetriebs ausgeführt werden, der in erster Linie der Erzielung zusätzlicher Einnahmen durch die Ausführung von Umsätzen dient, die in unmittelbarem Wettbewerb mit dem allgemeinem Steuersatz unterliegenden Leistungen anderer Unternehmer stehen, es sei denn, dass die Körperschaft mit in den §§ 66 bis 68 AO bezeichneten Zweckbetrieben ihre steuerbegünstigten satzungsgemäßen Zwecke selbst verwirklicht (§ 12 Abs. 2 Nr. 8 AO).

---

<sup>1</sup> Vgl. Gillmann (2008).

<sup>2</sup> Vgl. Schauhoff, in: Schauhoff (2005), Einleitung, Rn. 46, 47.

- Steuerbegünstigt genutzter Grundbesitz ist von der Grundsteuer befreit (§ 3 Nr. 3 und 4 GrStG).
- Zuwendungen an steuerbegünstigte Körperschaften sind erbschaftsteuerfrei (§ 13 Abs. 1 Nr. 16 ErbStG).
- Die Zuwendungen mindern die steuerliche Bemessungsgrundlage des Zuwendenden bei der Einkommensteuer, Körperschaftsteuer und Gewerbesteuer (§ 10b EStG, § 9 Abs. 1 Nr. 2 KStG, § 9 Nr. 5 GewStG). Werden zugewendete Wirtschaftsgüter einem Betriebsvermögen entnommen, kann die Entnahme mit dem Buchwert angesetzt werden (§ 6 Abs. 1 Nr. 4 Satz 5 EStG).

Das Recht der steuerbegünstigten Zwecke und das Zuwendungsrecht sind durch das Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements vom 10. Oktober 2007<sup>3</sup> deutlich verändert worden. Im Folgenden sollen die veränderten Rahmenbedingungen dargestellt und abschließend ein Vergleich verschiedener „Stiftungskörperschaften“ gezogen werden.

## Steuerbegünstigte Zwecke

Eine privatrechtlich organisierte Körperschaft, Personenvereinigung oder Vermögensmasse im Sinne des KStG ist steuerbegünstigt, wenn sie ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige, mildtätige oder kirchliche Zwecke verfolgt.

## Gemeinnützige Zwecke

Gemeinnützige Zwecke werden gemäß § 52 Abs. 1 Satz 1 AO verfolgt, wenn die „Tätigkeit darauf gerichtet ist, die Allgemeinheit auf materiellem, geistigem oder sittlichem Gebiet selbstlos zu fördern“.

§ 52 Abs. 2 AO enthält eine grundsätzlich abschließende Aufzählung der als Förderung der Allgemeinheit anzuerkennenden Zwecke.<sup>4</sup> Hierzu zählen etwa die Förderung von Wissenschaft und Forschung, des Gesundheitswesens, der Jugend- und Altenhilfe, von Kunst und Kultur sowie von Erziehung und Bildung. Die Aufzählung ist durch das Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements neu gefasst worden, um die bislang nicht deckungsgleichen steuer- und spendenbegünstigten gemeinnützigen Zwecke zu vereinheitlichen. Spendenbegünstigt sind nunmehr alle in § 52 Abs. 2 AO aufgeführten Zwecke, nicht mehr nur die als besonders förderungswürdig anerkannten gemeinnützigen Zwecke.<sup>5</sup> Neben den bereits in der Anlage 1 zu § 48 Abs. 2 EStDV a. F. enthaltenen Zwecken<sup>6</sup> sind nunmehr als spendenbegünstigt auch anzuerkennen

<sup>3</sup> BGBl I 2007, 2332. Dazu Hüttemann (2007b: 2053); Schauhoff und Kirchhain (2007: 1985); Fritz (2007a: 2546); Richter und Eichler (2007: 1037); Drüen und Liedtke (2008: 1); Roth (2008: 209).

<sup>4</sup> AEAO, zu § 52 AO Nr. 2 in der Fassung von BMF v. 21.4.2008 IV C 4 – S 0171/07/0038, 2008/0194053, BStBl I 2008, 582.

<sup>5</sup> BT-Drs. 16/5200, 16; Hüttemann (2007a: 127 f.); Hüttemann (2007b: 2053); Schauhoff und Kirchhain (2007: 1986); Fritz (2007a: 2546); Richter und Eichler (2007: 1038).

<sup>6</sup> Vgl. AEAO, zu § 52 AO Nr. 2 in der Fassung von BMF v. 21.4.2008 IV C 4 – S 0171/07/0038, 2008/0194053, BStBl I 2008, 582; Schauhoff und Kirchhain (2007: 1989); Fritz (2007a: 2549 f.).

24. die allgemeine Förderung des demokratischen Staatswesens im Geltungsbereich dieses Gesetzes; hierzu gehören nicht Bestrebungen, die nur bestimmte Einzelinteressen staatsbürgerlicher Art verfolgen oder die auf den kommunalpolitischen Bereich beschränkt sind;

25. die Förderung des bürgerschaftlichen Engagements zugunsten gemeinnütziger, mildtätiger und kirchlicher Zwecke.

§ 52 Abs. 2 Satz 2 und 3 AO enthält eine Öffnungsklausel, wonach in dem Katalog nicht genannte Zwecke durch von den obersten Finanzbehörden der Länder bestimmte Finanzbehörden für gemeinnützig erklärt werden können, wenn die Allgemeinheit auf materiellem, geistigem oder sittlichem Gebiet entsprechend selbstlos gefördert wird. Bei dieser Öffnungsklausel handelt es sich um eine Kompetenzzuweisungsnorm, nicht um eine Ermessensvorschrift.<sup>7</sup> Die Anerkennung wird von den Finanzbehörden bundeseinheitlich abgestimmt.<sup>8</sup>

### **Mildtätige Zwecke**

Mildtätige Zwecke werden gemäß § 53 AO verfolgt, wenn die Tätigkeit der Körperschaft darauf gerichtet ist, hilfsbedürftige oder arme Personen selbstlos zu unterstützen.

### **Kirchliche Zwecke**

Kirchliche Zwecke werden gemäß § 54 Abs. 1 AO verfolgt, wenn die Tätigkeit darauf gerichtet ist, eine Religionsgemeinschaft, die Körperschaft des öffentlichen Rechts ist, selbstlos zu fördern.

### **Selbstlosigkeit**

Selbstlosigkeit setzt gemäß § 55 AO voraus, dass

- die Tätigkeit nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke (insbesondere Erwerbszwecke) verfolgt;
- Mittel der Körperschaft nur für satzungsgemäße Zwecke verwendet werden (Satzungsmäßigkeit der Mittelverwendung);
- die Mitglieder der Körperschaft keine Gewinnanteile und in ihrer Eigenschaft als Mitglieder auch keine sonstigen Zuwendungen aus Mitteln der Körperschaft erhalten (Gewinnausschüttungs- und Begünstigungsverbot);
- die Körperschaft ihre Mittel weder für die unmittelbare noch mittelbare Förderung politischer Parteien verwendet;
- die Mitglieder bei Ausscheiden oder bei Auflösung oder Aufhebung der Körperschaft nicht mehr als ihre eingezahlten Kapitalanteile und den gemeinen Wert ihrer geleisteten Sacheinlagen (im Falle der Buchwertübertragung den Buchwert) zurückerhalten;
- die Körperschaft keine Person durch Ausgaben, die dem Zweck der Körperschaft fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütungen begünstigt;

<sup>7</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1990). Wohl auch Hüttemann (2007b: 2055 f.); Fritz (2007a: 2550); Richter und Eichler (2007: 1038).

<sup>8</sup> AEAO, zu § 52 AO Nr. 2.5 in der Fassung von BMF v. 21.4.2008 IV C 4 – S 0171/07/0038, 2008/0194053, BStBl I 2008, 582.

- bei Auflösung oder Aufhebung der Körperschaft oder Wegfall ihres bisherigen Zwecks das die Einlagen übersteigende Körperschaftsvermögen nur für steuerbegünstigte Zwecke verwendet wird (Grundsatz der Vermögensbindung);
- die Mittel der Körperschaft grundsätzlich zeitnah, das heißt bis spätestens zum Ende des auf den Zufluss folgenden Kalender- oder Wirtschaftsjahrs für die steuerbegünstigten satzungsgemäßen Zwecke verwendet werden (§ 55 Abs. 1 Nr. 5 AO).

Unschädlich im Hinblick auf das Gebot der zeitnahen Mittelverwendung ist es jedoch,

- wenn Mittel ganz oder teilweise einer Rücklage zugeführt werden, soweit dies erforderlich ist, um die steuerbegünstigten satzungsgemäßen Zwecke nachhaltig erfüllen zu können (§ 58 Nr. 6 AO);
- wenn höchstens ein Drittel der Einnahmen über die Unkosten aus Vermögensverwaltung und darüber hinaus höchstens zehn Prozent der sonstigen zeitnah nach § 55 Abs. 1 Nr. 5 AO zu verwendenden Mittel einer freien Rücklage zugeführt werden (§ 58 Nr. 7 Buchst. a AO);
- wenn – unter Anrechnung auf die freien Rücklagen – Mittel zur Sicherung der prozentualen Beteiligung an Beteiligungskapitalgesellschaften angesammelt oder verwendet werden (§ 58 Nr. 7 Buchst. b AO);
- wenn Mittel dem Vermögen zugeführt werden, bei denen der Zuwendende dies ausdrücklich erklärt oder – im Falle einer Zuwendung von Todes wegen – der Erblasser keine laufende Verwendung vorgeschrieben hat oder Zuwendungen aufgrund eines Spendenaufrufs erfolgen, der sich ersichtlich auf die Aufstockung des Vermögens richtet, oder Sachzuwendungen erfolgen, die ihrer Natur nach zum Vermögen gehören (§ 58 Nr. 11 AO);
- eine Stiftung im Jahr ihrer Errichtung und in den zwei folgenden Kalenderjahren Überschüsse aus der Vermögensverwaltung und die Gewinne aus den wirtschaftlichen Geschäftsbetrieben ganz oder teilweise ihrem Vermögen zuführt (§ 58 Nr. 12 AO).

Wurden Mittel angesammelt, ohne dass die Voraussetzungen der § 58 Nr. 6 und 7 AO vorliegen, kann die Finanzbehörde eine Frist für die Verwendung setzen (§ 63 Abs. 4 AO).

### **Ausschließlichkeit**

Ausschließlichkeit liegt vor, wenn die Körperschaft nur ihre steuerbegünstigten satzungsgemäßen Zwecke verfolgt (§ 56 AO).

Unschädlich ist es jedoch, wenn

- eine Stiftung höchstens ein Drittel ihres Einkommens dazu verwendet, um in angemessener Weise den Stifter und seine nächsten Angehörigen zu unterhalten, ihre Gräber zu pflegen und ihr Andenken zu ehren (§ 58 Nr. 5 AO);
- eine Körperschaft gesellige Zusammenkünfte veranstaltet, die im Vergleich zu ihrer steuerbegünstigten Tätigkeit von untergeordneter Bedeutung sind (§ 58 Nr. 8 AO);
- ein Sportverein neben dem unbezahlten auch den bezahlten Sport fördert (§ 58 Nr. 9 AO).



## Unmittelbarkeit

Unmittelbarkeit setzt grundsätzlich voraus, dass die Körperschaft selbst die steuerbegünstigten satzungsgemäßen Zwecke verwirklicht (§ 57 Abs. 1 Satz 1 AO).

Unschädlich ist es jedoch, wenn eine Körperschaft

- Mittel für die Verwirklichung der spendenbegünstigten Zwecke einer Körperschaft des öffentlichen Rechts oder einer unbeschränkt steuerpflichtigen Körperschaft des privaten Rechts beschafft, die selbst steuerbegünstigt ist (§ 58 Nr. 1 AO);
- Mittel teilweise einer anderen, ebenfalls steuerbegünstigten Körperschaft oder einer Körperschaft des öffentlichen Rechts für steuerbegünstigte Zwecke zur Verfügung stellt (§ 58 Nr. 2 AO);
- Arbeitskräfte anderen Personen, Unternehmen, Einrichtungen oder einer Körperschaft des öffentlichen Rechts für steuerbegünstigte Zwecke zur Verfügung stellt (§ 58 Nr. 3 AO);
- ihr gehörende Räume einer anderen, ebenfalls steuerbegünstigten Körperschaft oder einer Körperschaft des öffentlichen Rechts zur Nutzung zu steuerbegünstigten Zwecken überlässt (§ 58 Nr. 4 AO);
- eine von einer Gebietskörperschaft errichtete Stiftung zur Erfüllung ihrer steuerbegünstigten Zwecke Zuschüsse an Wirtschaftsunternehmen vergibt (§ 58 Nr. 10 AO).

## Satzung und tatsächliche Geschäftsführung

Aus der Satzung, dem Stiftungsgeschäft oder der sonstigen Verfassung müssen sich der Zweck der Körperschaft, seine Übereinstimmung mit den Anforderungen der §§ 52–55 AO und die ausschließliche und unmittelbare Verfolgung des Zwecks ergeben; die tatsächliche Geschäftsführung muss dem entsprechen. Der Nachweis, dass die tatsächliche Geschäftsführung den Erfordernissen entspricht, ist durch ordnungsgemäße Aufzeichnungen zu führen (§§ 59–63 AO).

## Zuwendungsrecht

### Allgemeiner Spendenhöchstbetrag

Durch das Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements ist die Regelung des § 10b Abs. 1 EStG zum allgemeinen Spendenhöchstbetrag völlig neu gefasst worden. In gleicher Weise wurden auch die Parallelregelungen im Körperschaftsteuerrecht und Gewerbesteuerrecht geändert (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 KStG, § 9 Nr. 5 Satz 1, 2, 5, 6 GewStG).

Zum einen wurden die förderungswürdigen Zwecke im Gemeinnützigkeits- und Spendenrecht vereinheitlicht. Gemäß § 10b Abs. 1 Satz 1 EStG<sup>9</sup> sind nun generell Zuwendungen (Spenden und Mitgliedsbeiträge) zur Förderung steuerbegünstigter Zwecke im Sinne der §§ 52 bis 54 AO als Sonderausgaben abzugsfähig. Die Begrenzung der Abzugsfähigkeit bei Zuwendungen zur Förderung von gemeinnützigen Zwecken auf die als besonders förderungswürdig anerkannten gemeinnützigen Zwecke ist entfallen.<sup>10</sup> Nicht als Sonder-

<sup>9</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 2 Satz 1 KStG, § 9 Nr. 5 Satz 1 GewStG.

<sup>10</sup> BT-Drs. 16/5200, 16; Hüttemann (2007a: 127 f.); Hüttemann (2007b: 2053); Schauhoff und Kirchhain (2007: 1986); Fritz (2007a: 2546); Richter und Eichler (2007: 1038).

ausgaben abziehbar bleiben<sup>11</sup> gemäß § 10b Abs. 1 Satz 2 EStG<sup>12</sup> Mitgliedsbeiträge zu Sportvereinen und so genannten Freizeitvereinen. Da die Regelung nicht auf den Umfang der abzugsschädlichen Tätigkeit abstellt, ist der Abzug von Mitgliedsbeiträgen wohl auch dann vollständig ausgeschlossen, wenn eine Körperschaft nur teilweise abzugsschädliche Zwecke verfolgt.<sup>13</sup>

Zum anderen wurden die Spendenhöchstbeträge angehoben und vereinheitlicht. Von Zuwendungen zur Förderung steuerbegünstigter Zwecke im Sinne der §§ 52 bis 54 AO an eine inländische juristische Person des öffentlichen Rechts, an eine inländische öffentliche Dienststelle oder an eine nach § 5 Abs. 1 Nr. 9 KStG steuerbefreite Körperschaft, Personenvereinigung oder Vermögensmasse können insgesamt bis zu 20 Prozent des Gesamtbetrags der Einkünfte oder – alternativ – bis zu vier Prozent der Summe der gesamten Umsätze und der im Kalenderjahr aufgewendeten Löhne und Gehälter als Sonderausgaben abgezogen werden.<sup>14</sup> Hierdurch entfallen verwaltungstechnische Schwierigkeiten bei der Empfängerkörperschaft, die bisher Einnahmen- und Ausgabentöpfe bilden musste, sofern unterschiedliche steuerbegünstigte Zwecke verfolgt wurden.<sup>15</sup>

Abziehbare Zuwendungen, die die Höchstbeträge übersteigen, sind gemäß § 10b Abs. 1 Satz 3 EStG<sup>16</sup> im Rahmen der Höchstbeträge in den folgenden Veranlagungszeiträumen als Sonderausgaben abzuziehen. Die bisherige Großspendenregelung, die bei Einzelzuwendungen von mindestens 25.565 € einen zeitlich begrenzten Spendenrück- und -vortrag ermöglichte, wurde aufgehoben und gegen einen allgemeinen Spendenvortrag ersetzt. Da § 10b Abs. 1 EStG<sup>17</sup> nur auf § 10d Abs. 4 EStG verweist, findet die Mindestbesteuerung auf den Spendenvortrag keine Anwendung.<sup>18</sup> Allerdings geht ein nicht ausgenutzter Spendenvortrag mit dem Tod des Spenders unter.

Ersatzlos aufgehoben wurde schließlich der zusätzliche Abzugsbetrag gemäß § 10b Abs. 1 Satz 3 EStG a. F.<sup>19</sup> für Spenden an Stiftungen von bis zu 20.450 € pro Jahr, der neben dem Spendenabzug gemäß § 10b Abs. 1 Satz 1 und 2 EStG geltend gemacht werden konnte. Hieraus können sich Nachteile für kleinere Stiftungen mit geringem Grundstockvermögen ergeben, die auf jährlich fließende Spenden angewiesen sind.<sup>20</sup>

Sachspenden in Form von Wirtschaftsgütern sind gemäß § 10b Abs. 3 Satz 3 EStG mit dem gemeinen Wert anzusetzen, im Falle einer Entnahme des Wirtschaftsguts aus einem Betriebsvermögen maximal mit dem Entnahmewert (§ 10b Abs. 3 Satz 2 EStG).

<sup>11</sup> Vgl. § 48 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2, Satz 2 EStDV in Verbindung mit Anl. 1 zu § 48 Abs. 2 EStDV, Abschn. B; Fritz (2007a: 2547).

<sup>12</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 2 Satz 2 KStG, § 9 Nr. 5 Satz 5 GewStG.

<sup>13</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1987); Fritz (2007a: 2547); anderer Ansicht wohl Drüen und Liedtke (2008: 4 f.).

<sup>14</sup> BT-Drs. 16/5200, 12; BT-Drs. 16/5985, 11.

<sup>15</sup> Vgl. Fritz (2007b: 692); Fritz (2007a: 2546); Drüen und Liedtke (2008: 3).

<sup>16</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 2 Satz 3 KStG, § 9 Nr. 5 Satz 2 GewStG.

<sup>17</sup> § 10b Abs. 1 Satz 4 EStG, § 9 Abs. 1 Nr. 2 Satz 4 KStG. Auch § 9 Nr. 5 Satz 2 GewStG verweist nicht auf § 10a Satz 2 GewStG.

<sup>18</sup> BT-Drs. 16/5200, 12; Fritz (2007a: 2548).

<sup>19</sup> § 9 Abs. 1 Nr. 2 Satz 3 KStG a. F., § 9 Nr. 5 Satz 3 GewStG a. F.

<sup>20</sup> Vgl. Hüttemann (2007a: 128); Fritz (2007a: 2546 f.); Richter und Eichler (2007: 1040).

## Ausstattung von Stiftungen mit Kapital

Gemäß § 10b Abs. 1 a Satz 1 EStG können Spenden in den Vermögensstock einer Stiftung des öffentlichen Rechts oder einer nach § 5 Abs. 1 Nr. 9 KStG steuerbefreiten Stiftung des privaten Rechts auf Antrag des Steuerpflichtigen im Veranlagungszeitraum der Zuwendung und in den folgenden neun Veranlagungszeiträumen bis zu einem Gesamtbetrag von einer Million € zusätzlich zu den Höchstbeträgen nach § 10b Abs. 1 Satz 1 EStG abgezogen werden. Der besondere Abzugsbetrag bezieht sich auf den gesamten Zehnjahreszeitraum und kann der Höhe nach innerhalb dieses Zeitraums nur einmal in Anspruch genommen werden. Damit wurde der bisher geltende Höchstbetrag von 307.000 € für die Ausstattung von Stiftungen mit Kapital erheblich angehoben und gleichzeitig die Beschränkung auf die Neugründung beseitigt.<sup>21</sup> Begünstigt sind künftig auch Zustiftungen in den Vermögensstock einer vorhandenen Stiftung.<sup>22</sup>

Schwierigkeiten bereitet die neue Regelung allerdings bei Stiftungen von Todes wegen: Da nicht ausgenutzte Abzugsbeträge nicht auf die Erben übergehen, kommt in diesen Fällen nur der Abzug der Zuwendung beim Spender im Todesjahr in Betracht. Eine Verteilung scheidet somit aus.

Anders als bei dem allgemeinen Spendenhöchstbetrag existiert für den besonderen Abzugsbetrag des § 10b Abs. 1a EStG keine Parallelregelung im Körperschaftsteuerrecht. Spenden durch Körperschaften sind daher nicht begünstigt. Im Gewerbesteuerrecht existiert eine Parallelregelung, die aber auf Einzelunternehmer und Personengesellschaften beschränkt ist (§ 9 Nr. 5 Satz 3 und 4 GewStG).<sup>23</sup>

Als Empfänger einer Spende in den Vermögensstock kommen sowohl rechtsfähige als auch nichtrechtsfähige Stiftungen in Betracht.<sup>24</sup> Allerdings ist bei nichtrechtsfähigen Stiftungen zu beachten, dass sie als Körperschaftsteuersubjekt anerkannt sein müssen.<sup>25</sup> Kein tauglicher Empfänger sind dagegen eingetragene Vereine oder Gesellschaften, die sich als „Stiftung e.V.“ oder als „Stiftungs-GmbH“ bezeichnen.<sup>26</sup> Tauglicher Empfänger sind jedoch Förderstiftungen, deren Zweck darin besteht, überwiegend Mittel für die Verwirklichung steuerbegünstigter Zwecke einer anderen Körperschaft zu beschaffen.<sup>27</sup> Unklar ist, ob dies auch für so genannte Verbrauchsstiftungen gilt, deren Vermögen neben den Erträgen langfristig zur Erfüllung des Stiftungszwecks aufgebraucht wird. Für eine Begünstigung von Spenden an Verbrauchsstiftungen spricht, dass der Terminus „Grundstockvermögen“ dem Stiftungszivilrecht entstammt; dort ist ein Verbrauch dieses Vermögens nicht ausgeschlossen, es unterliegt jedoch nicht dem zeitnahen Verwendungsgebot.<sup>28</sup>

---

<sup>21</sup> BT-Drs. 16/5200, 12.

<sup>22</sup> Soweit dort bereits innerhalb des Zehnjahreszeitraums der bisherige besondere Abzugsbetrag von 307.000 € geltend gemacht wurde, vgl. BT-Drs. 16/5200, 17; Schauhoff und Kirchhain (2007: 1988); Richter und Eichler (2007: 1040).

<sup>23</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1988 f.); Fritz (2007a: 2547); Richter und Eichler (2007: 1040).

<sup>24</sup> Vgl. Fritz (2007a: 2547); Richter und Eichler (2007: 1039 f.); Heinicke, in: Schmidt (<sup>28</sup>2009), § 10b EStG Rn. 28, 71.

<sup>25</sup> Vgl. Fritz (2007a: 2547). Zur Anerkennung als Körperschaftsteuersubjekt vgl. Lambrecht, in: Gosch (<sup>2</sup>2009), § 1 KStG Rn. 86; Hüttemann und Herzog (2004: 1002–1005).

<sup>26</sup> Vgl. Richter und Eichler (2007: 1040).

<sup>27</sup> Vgl. BT-Drs. 16/5200, 16 f.; Schauhoff und Kirchhain (2007: 1987 f.).

<sup>28</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1988); zweifelnd: Hüttemann (2007b: 2057); Fritz (2007a: 2547).

Da der besondere Abzugsbetrag nur für Spenden in den Vermögensstock einer Stiftung gewährt wird, sollte in der Stiftungssatzung geregelt werden, dass im konkreten Fall eine Zuwendung in das Grundstockvermögen vorliegt.<sup>29</sup>

Mangels gesetzlicher Regelung ist der Höchstbetrag von einer Million € bei zusammenveranlagten Ehegatten wohl nicht zu verdoppeln. Vielmehr steht jedem Ehegatten ein eigener Höchstbetrag von einer Million € zu.<sup>30</sup> Erfolgt eine Spende aus dem gemeinsamen Vermögen beider Ehegatten, so muss aber ein Gesamtabzug von zwei Millionen € möglich sein.<sup>31</sup>

Der besondere Abzugsbetrag kann neben dem allgemeinen Spendenabzug nach § 10b Abs. 1 EStG geltend gemacht werden. Er kann im Spendenjahr in Anspruch genommen werden oder beliebig auf das Spendenjahr und die folgenden neun Jahre verteilt werden.<sup>32</sup> Die Spendenvortragsregelung des § 10b Abs. 1 Satz 3 EStG findet jedoch auf den besonderen Abzugsbetrag keine Anwendung.<sup>33</sup>

## Abgeltungssteuer

Der Abzug von Spenden als Sonderausgabe wirft Probleme auf, soweit das zu versteuernde Einkommen des Spenders aus Einkünften aus Kapitalvermögen besteht, die ab 2009 der abgeltenden Kapitalertragsteuer gemäß § 43 Abs. 5 EStG oder dem besonderen Steuersatz gemäß § 32d Abs. 1 EStG unterliegen.

Die betreffenden Einkünfte sind nach § 2 Abs. 5b Satz 1 EStG bei der Ermittlung des Gesamtbetrags der Einkünfte außer Ansatz zu lassen, so dass sich die Höchstgrenze für den allgemeinen Spendenabzugsbetrag gemäß § 10b Abs. 1 Satz 1 EStG entsprechend vermindern kann.

Aber auch dann, wenn die Kapitalerträge für die Höchstbetragsberechnung des § 10b Abs. 1 EStG auf Antrag des Steuerpflichtigen gemäß § 2 Abs. 5b Satz 2 Nr. 1 EStG in die Berechnung des Gesamtbetrags der Einkünfte einbezogen werden, ergibt sich das Problem, dass der Sonderausgabenabzug der Spenden nur Wirkung entfaltet, soweit ausreichendes zu versteuerndes Einkommen vorhanden ist, das der „normalen“ tariflichen Einkommensteuer gemäß § 32a EStG unterliegt.<sup>34</sup>

Einkünfte aus Kapitalvermögen, die der Abgeltungssteuer oder dem besonderen Steuersatz gemäß § 32d Abs. 1 EStG unterliegen, sind jedoch gemäß § 32a Abs. 1 Satz 1 EStG aus dem zu versteuernden Einkommen auszuscheiden, das der tariflichen Einkommensteuer unterliegt – und zwar auch dann, wenn ein Antrag nach § 2 Abs. 5b Satz 2 Nr. 1 EStG gestellt wurde. Dies ist auch sachgerecht, da die betreffenden Einkünfte der abgeltenden Kapitalertragsteuer beziehungsweise dem Sondersteuersatz des § 32d Abs. 1 EStG unterworfen werden. In der Konsequenz kann dies jedoch dazu führen, dass der (Spenden-) Sonderausgabenabzug gemäß § 10b Abs. 1 EStG und/oder § 10b Abs. 1a EStG leerläuft.

<sup>29</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1987).

<sup>30</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1986 f.); Hüttemann (2007b: 2057). Anderer Ansicht Heinicke, in: Schmidt (28 2009), § 10b EStG Rn. 72.

<sup>31</sup> Vgl. BT-Drs. 16/5200, 29; Fritz (2007a: 2547); Richter und Eichler (2007: 1040).

<sup>32</sup> Vgl. Heinicke, in: Schmidt (28 2009), § 10b EStG Rn. 72.

<sup>33</sup> Vgl. Fritz (2007a: 2548).

<sup>34</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1986); Fritz (2007a: 2549); Richter und Eichler (2007: 1041); Roth (2008: 211 f.).

Abhilfe erscheint derzeit außerhalb von gezielten Gestaltungen nur möglich, sofern durch die „große Veranlagungsoption“ gemäß § 32d Abs. 6 EStG die Versteuerung der Einkünfte mit dem Normaltarif des § 32a EStG erreicht werden kann. Allerdings ist dieser Antrag „unflexibel“, da er für den jeweiligen Veranlagungszeitraum nur einheitlich für sämtliche Kapitalerträge gestellt werden kann (§ 32d Abs. 6 Satz 2 EStG). Sind die Kapitalerträge im Verhältnis zur Spende hoch, lässt sich durch den Antrag somit keine Steuerersparnis erzielen, da der Sonderausgabenabzug kombiniert mit dem allgemeinen Steuersatz zu einer höheren Steuerlast führt als die Abgeltungssteuer auf die Kapitalerträge; der Spendenabzug läuft dann leer, wodurch der Spendenanreiz leidet.<sup>35</sup> Hinsichtlich des Sonderausgabenabzugs gemäß § 10b Abs. 1 EStG greift in diesem Fall jedoch der Spendenvortrag ein; bei § 10b Abs. 1a EStG ist an die zeitliche Begrenzung des Zehnjahreszeitraums zu denken.

	<b>Stiftung</b>	<b>e.V.</b>	<b>gGmbH</b>
Image	positiv	neutral	(neutral)
vermögensmäßige Beteiligung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nein</li> <li>• staatliche Anerkennung des Stiftungsgeschäfts (§ 80 BGB)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitgliedschaft ist kein Vermögensrecht</li> <li>• Mitgliedschaftsrecht nicht übertragbar</li> <li>• Eintritt und Austritt formfrei</li> <li>• Vorteilsrechte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• Gesellschafterstellung übertragbar</li> <li>• notarielle Beurkundung der Abtretung</li> </ul>
Kontroll- und Einwirkungsmöglichkeiten auf Geschäftsführung	i.d.R. nein	Mitgliederversammlung (jedes Mitglied hat eine Stimme)	ja, Gesellschafter
Strukturänderungen möglich	nein	ja, durch Mitgliederversammlung	ja, durch Gesellschafter
Mindestkapital	Praxis: dauernde und nachhaltige Erfüllung des Stiftungszwecks muss gewährleistet sein (z. B. § 4 Abs. 1b StiftG NW). (100.000–300.000 €).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nein</li> <li>• laufende Beiträge möglich</li> </ul>	25.000 €
Auflösung	nur ausnahmsweise	qualifizierter Mehrheitsbeschluss	qualifizierter Mehrheitsbeschluss
Steuerunschädliche Unterstützung des Spenders durch Körperschaft	ja, bis zu einem Drittel des Einkommens	nein	nein
Abzug laufender Spenden	§ 10 Abs. 1 Satz 1 EStG	§ 10 Abs. 1 Satz 1 EStG	§ 10 Abs. 1 Satz 1 EStG
Spendenabzug für Kapitalausstattung	§ 10 Abs. 1a EStG	nein	nein

Tab. 1: Charakteristika der Stiftung, des eingetragenen Vereins (e.V.) und der gemeinnützigen GmbH (gGmbH)

<sup>35</sup> Vgl. Schauhoff und Kirchhain (2007: 1986); Fritz (2007a: 2549); Roth (2008: 215–217).

## Vergleich von „Stiftungskörperschaften“

Nicht selten werden in der Praxis auch Rechtsformen, die keine Stiftung sind, als „Stiftung“ bezeichnet.<sup>36</sup> Im Folgenden sollen deshalb die Rechtsformen der rechtsfähigen Stiftung, des eingetragenen Vereins und der gemeinnützigen GmbH überblicksartig verglichen werden.<sup>37</sup>

Die Stiftung eignet sich hiernach insbesondere für vermögende Einzelspender. Neben einem positiven Image weist sie steuerlich insbesondere dadurch Vorteile auf, dass für die Kapitalausstattung oder -verstärkung ein Spendenabzug beim Zuwendenden möglich ist und zudem der Spender beziehungsweise seine Familie steuerlich unschädlich unterstützt werden kann.

Dagegen ist die Rechtsform des eingetragenen Vereins vorzuziehen, wenn eine Vielzahl von Unterstützern ein steuerbegünstigtes Ziel vor allem durch laufende Beiträge fördern möchte.

Die gemeinnützige GmbH wiederum bietet sich an, wenn Kontroll- und Einwirkungsmöglichkeiten zurückbehalten und Strukturänderungen möglich bleiben sollen.

## Zusammenfassung

Das Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements hat die steuerlichen Rahmenbedingungen für Stiftungsmaßnahmen in erheblichem Umfang verändert. Betroffen sind sowohl der Katalog der steuerbegünstigten Zwecke als auch das Zuwendungsrecht. Auch nach Inkrafttreten des Gesetzes ist jedoch im Hinblick auf die gewünschten Ziele einer geplanten Stiftungsmaßnahme zwischen unterschiedlichen Rechtsformen von Stiftungskörperschaften zu unterscheiden.

## Literatur

- DRÜEN, Klaus-Dieter und Stefan LIEDTKE (2008). „Die Reform des Gemeinnützigkeits- und Zuwendungsrechts und seine europarechtliche Flanke“, *Finanz-Rundschau*, 1–15.
- FRITZ, Thomas (2007a). „Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements – Steuerliche Änderungen für gemeinnützige Körperschaften und deren Förderer“, *Betriebs-Berater*, 2546–2556.
- FRITZ, Thomas (2007b). „Regierungsentwurf eines Gesetzes zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“, *Betriebs-Berater*, 690–695.
- GILLMANN, Barbara (2008). „Täglich entstehen drei neue Stiftungen – Forscher: Pionier-Arbeit bei der Integration von Migranten – Bundesverband kritisiert magere Rendite und schlechte Betreuung bei Banken“, *Handelsblatt* Nr. 113 vom 13./14./15.6.2008, 6.
- GOSCH, Dietmar (Hrsg., <sup>2</sup>2009). *Körperschaftsteuergesetz*. München.
- HÜTTEMANN, Rainer und Rainer HERZOG (2004). „Steuerfragen bei gemeinnützigen nichtrechtsfähigen Stiftungen“, *Der Betrieb*, 1001–1009.
- HÜTTEMANN, Rainer (2007a). „„Hilfen für Helfer“ – Zum Entwurf eines Gesetzes zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“, *Der Betrieb*, 127–131.

<sup>36</sup> Z. B. Konrad-Adenauer-Stiftung e.V., Deutsche Afrikastiftung e.V. Vgl. auch van Randenborgh, in: Schauhoff (<sup>2</sup>2005), § 1 Rn. 4.

<sup>37</sup> Vgl. van Randenborgh, in: Schauhoff (<sup>2</sup>2005), § 1 Rn. 5–23.

- HÜTTEMANN, Rainer (2007b). „Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements und seine Auswirkungen auf das Gemeinnützigkeits- und Spendenrecht“, *Der Betrieb*, 2053–2059.
- RICHTER, Andreas und Anna Katharina EICHLER (2007). „Änderungen des Spendenrechts aufgrund des Gesetzes zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“, *Finanz-Rundschau*, 1037–1041.
- ROTH, Gregor (2008). „Unternehmenssteuerreform 2008: Widerspruch zum Spendenabzug des Gesetzes zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“, *Finanz-Rundschau*, 209–217.
- SCHAUHOFF, Stephan (Hrsg., <sup>2</sup>2005). *Handbuch der Gemeinnützigkeit*. München.
- SCHAUHOFF, Stephan und Christian KIRCHHAIN (2007). „Das Gesetz zur weiteren Stärkung des bürgerschaftlichen Engagements“, *Deutsches Steuerrecht*, 1985–1992.
- SCHMIDT, Ludwig (Hrsg., <sup>28</sup>2009). *Einkommensteuergesetz*. München.





**Kooperation der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
und des Forschungszentrums Jülich**



**ULRICH SCHURR, UWE RASCHER und ACHIM WALTER**

## **Quantitative Pflanzenwissenschaften – Dynamik von Pflanzen in einer dynamischen Umwelt am Beispiel der Schlüsselprozesse Photosynthese und Wachstum**

### **Pflanzen sind die Basis von Ernährung, nachwachsenden Rohstoffen und Energie im globalen Wandel**

Pflanzen sind in vielfacher Hinsicht im Zentrum drängender gesellschaftlicher Herausforderungen: Pflanzen sind essenziell für die Ernährung einer weiterhin steigenden Weltbevölkerung, deren Bedarf an Nahrungsmitteln bei nicht mehr erweiterbarer landwirtschaftlicher Nutzfläche und bei sich fortentwickelnden Essgewohnheiten quantitativ und qualitativ in den kommenden Jahrzehnten stark ansteigen wird. Sie liefern nachwachsende Rohstoffe für die chemische Industrie, sind Basis innovativer Materialien für die Wirtschaft und stellen das Ausgangssubstrat zur Gewinnung von Bioenergie aus Energiepflanzen und pflanzlichen Abfällen dar. Pflanzen müssen trotz erhöhtem Bedarf nachhaltig produziert werden, um die langfristigen Nutzungsmöglichkeiten agrarischer Flächen nicht durch kurzfristige Deckung des Bedarfs zu gefährden. Dabei sind sie durch den Klimawandel starken Änderungen ihrer Umwelt ausgesetzt. Sie sind gleichzeitig ein wesentliches, zu bewahrendes und sinnvoll zu nutzendes Instrument zur Vermeidung weiterer Klimaveränderungen beziehungsweise zur Anpassung an den Klimawandel. Pflanzen erfüllen darüber hinaus wichtige Funktionen in der Stabilität von Ökosystemen, beim Erhalt von Biodiversität sowie bei der Bereitstellung von Ökosystemfunktionen (*ecosystem services*) zum Schutz lebenswichtiger Ressourcen wie Luft und sauberem Wasser. Nicht zuletzt stellen Pflanzen über ihre anthropogen genutzte Funktionalität hinaus ein wesentliches gestaltendes Element aller Kulturen dar.

Diese Perspektiven rücken Pflanzen in den Mittelpunkt des Interesses vieler Disziplinen aus Natur- und Ingenieurwissenschaften. Gleichzeitig ergeben sich daraus hohe Anforderungen an die Pflanzenwissenschaften und an deren Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen über die engen Grenzen der eigenen Fachgebiete hinaus. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, müssen sich die Pflanzenwissenschaften weiterentwickeln. Sie müssen den Schritt wagen, über die Katalogisierung interessanter biologischer Phänomene und die Aufklärung der Funktion einzelner Komponenten in bestimmten Arten und Umweltsituationen hinaus zu einer quantitativen Beschreibung von Schlüsselprozessen zu gelangen. Dadurch wird die Entwicklung neuartiger Konzepte ermöglicht, in denen die enorme Vielfalt und Komplexität pflanzlicher Eigenschaften und Funktionen soweit reduziert wird, dass quantitative Vorhersagen gemacht werden können. Diese Vorhersagen müssen eine zielgerichtete Weiterentwicklung agrarisch genutzter Kulturen sowie ein systemisches Verständnis natürlicher Pflanzengesellschaften erlauben. Erst dann können die

Pflanzenwissenschaften im Konzert mit anderen Disziplinen ernsthaft ihre künftige zentrale Rolle als Grundlage einer nachhaltigen Bioökonomie erfüllen.

### **Dynamik von Pflanzen in einer dynamisch sich verändernden Umwelt – Phänotypisierung ist die Brücke zwischen praktischer Anwendung und molekularer Grundlagenforschung**

Pflanzen stehen durch ihre sessile Lebensweise in besonderer Weise mit der abiotischen und biotischen Umwelt in Wechselwirkung. Während die meisten Tiere durch ihre Mobilität ungünstigen Umweltfaktoren ausweichen oder günstigere aufsuchen können, sind Pflanzen in ihrem Habitat den räumlich und zeitlich dynamisch auftretenden Umweltfaktoren unmittelbar ausgesetzt. Das Potenzial der Reaktion von Pflanzen darauf hängt von ihrer genetischen Ausstattung, von ihrer Struktur und damit auch von früheren Reaktionen auf Umweltfaktoren (*memory effect*), von ihrem akuten physiologischen Zustand (zum Beispiel Samen, vegetative und generative Phase) und von den Wechselwirkungen mit anderen biotischen und abiotischen Einflüssen ab.

Die Pflanzenforschung – insbesondere das Verständnis der molekularen Steuerungsprozesse in Pflanzen – hat in dieser Hinsicht in den letzten Jahrzehnten herausragende Fortschritte gemacht. Demgegenüber hat die Entwicklung von Methoden und Konzepten zur quantitativen Analyse pflanzlichen Verhaltens unter dem Einfluss der Umwelt („Phänotypisierung“) nicht Schritt halten können. Wenn die Erwartungen zur Lösung der großen Herausforderungen, die an Pflanzen und Pflanzenwissenschaften gestellt werden, allerdings auch nur annähernd erreicht werden sollen, dann müssen holistische Ansätze und skalenübergreifende Untersuchungen verfolgt werden. In diesem Beitrag wird exemplarisch für pflanzliches Wachstum und Photosynthese – zwei für pflanzliches Verhalten und Leistungsfähigkeit essenzielle Prozesse – dargestellt, welche Perspektiven die quantitative Biologie insbesondere durch neuartige Methoden bietet.<sup>1</sup>

### **Dynamik pflanzlicher Wachstumsprozesse und Anpassung an variable Umweltsituationen**

Pflanzliches Wachstum stellt einen dynamischen, komplexen und hoch regulierten, von einem Netzwerk von Faktoren abhängigen, zentralen Lebensprozess dar. Pflanzen sind im Gegensatz zu den meisten Tieren zeitlebens im Wachstum begriffen. Eine konsequente Erforschung der Dynamik pflanzlicher Wachstumsprozesse auf einer zeitlichen Skala von Minuten bis Stunden und auf einer räumlichen Skala, die das intakte, multizelluläre, einzelne Organ betrachtet, wurde über lange Jahre vernachlässigt – bedingt vor allem durch das Fehlen geeigneter Analysemethoden.<sup>2</sup> Da gerade in den genannten Skalenbereichen zentrale endogene Regelungsmechanismen ihre Wirksamkeit entfalten und Variationen entscheidender Umweltparameter auftreten, ist es von großer Bedeutung, Analysen pflanzlichen Wachstums zwischen der Skala zellbiologischer und agrarwissenschaftlicher

<sup>1</sup> Vgl. Schurr *et al.* (2006).

<sup>2</sup> Vgl. Schurr (1997).

Analysen durchzuführen, um zu einem verbesserten Verständnis pflanzlicher Systeme zu gelangen.

In jüngster Zeit wurden in einer Reihe von Laboren bildverarbeitende Methoden zur nichtinvasiven Analyse von Wachstumsprozessen entwickelt. Unter Verwendung einer Reihe spezifisch hierfür entwickelter Techniken gelang es, bei einer Vielzahl von Pflanzenarten grundlegende Muster der Wachstumsdynamik von Blättern und Wurzeln aufzuklären, deren Reaktion auf die Veränderung verschiedener Umweltparameter zu charakterisieren und somit die Grundlagen für eine auf Wuchsanalysen basierende Phänotypisierung von Pflanzen zu schaffen.<sup>3</sup>

Wachstum stellt einen Gradmesser für die Fähigkeit der Pflanze dar, sich in einer bestimmten Umweltsituation zu behaupten und gegenüber anderen Arten durchzusetzen.

Blätter und Wurzeln nehmen die aus dem jeweiligen Habitat benötigten Substanzen mit ihrer Oberfläche auf und sind für eine Steigerung der Aufnahme auf eine Vergrößerung der Oberfläche angewiesen. Gleichzeitig mit diesem Wachstumsprozess kommt es zu einer Differenzierung der aufnehmenden Organe und somit zu einer parallelen Reifung von Struktur und Funktion. Pflanzen halten sich nun gleichzeitig in zwei sehr unterschiedlichen Habitaten auf – dem Boden zur Versorgung mit Wasser und Nährstoffen sowie der Atmosphäre zur Versorgung mit Energie und Kohlenstoff; sie werden aufgrund ihrer sessilen Lebensweise mit der vollen räumlichen und zeitlichen Variabilität der Umweltsituation konfrontiert und müssen darüber hinaus die Wachstumsleistung von Blatt und Wurzel aus einem gemeinsamen Pool biochemischer Substrate speisen und somit in hoch regulierter Art und Weise koordinieren. Die Analyse dieses Syndroms – der koordinierten Anpassung von ober- und unterirdischen Wachstumsprozessen an vorherrschende Umweltbedingungen – und die Evaluierung des daraus resultierenden Erkenntnisgewinns ist das zentrale Ziel unserer Wuchsanalysen.

## Grundmuster von Blatt- und Wurzelwachstum

Die Wachstumsaktivität von Wurzeln variiert unter konstanten Temperaturbedingungen im Verlauf von 24 Stunden nicht.<sup>4</sup> Auch der Zuwachs von Blättern monokotyler Pflanzen (zum Beispiel Gräser, Getreide) unterliegt – sofern die Temperatur konstant ist – keinen nennenswerten Schwankungen im Tagesverlauf.<sup>5</sup> Im Gegensatz hierzu wurden für Blätter dikotyler Arten unter allen beobachteten Umweltsituationen und in allen analysierten Arten ausgeprägte Tagesgänge festgestellt.<sup>6</sup> Der Tagesgang bleibt auch unter Dauerlicht erhalten,<sup>7</sup> was dessen Kontrolle durch die endogene Uhr belegt. Oft oszilliert im Tagesverlauf die räumlich gemittelte relative Wuchsrate des gesamten Blattes zwischen Extremwerten von null und drei Prozent pro Stunde. Dies bedeutet, dass viele Stoffwechselfprozesse des sich entwickelnden Blattes jeden Tag aufs Neue eingestellt und wieder auf ihre Maximalaktivität gesteigert werden. Eine optimale zeitliche Abstimmung dieser Prozesse mit dem externen Wechselspiel von hell und dunkel ist notwendig, um die potenzielle

---

<sup>3</sup> Vgl. Walter *et al.* (2009).

<sup>4</sup> Vgl. Walter und Schurr (2005).

<sup>5</sup> Vgl. Ben-Haj-Salah und Tardieu (1995).

<sup>6</sup> Vgl. Walter *et al.* (2009).

<sup>7</sup> Vgl. Walter und Schurr (2005).

maximale Leistungsfähigkeit von dikotylen Pflanzen voll auszuschöpfen, wie für *Arabidopsis thaliana* gezeigt werden konnte.<sup>8</sup> Basierend auf den Resultaten der Literatur und der eigenen Arbeiten kann die Hypothese aufgestellt werden, dass es zwei grundlegende Typen von Blattwachstums-Tagesgängen in dikotylen Pflanzen gibt, deren exakte Phasenlage durch die Umweltbedingungen variiert werden kann (Abb. 1):

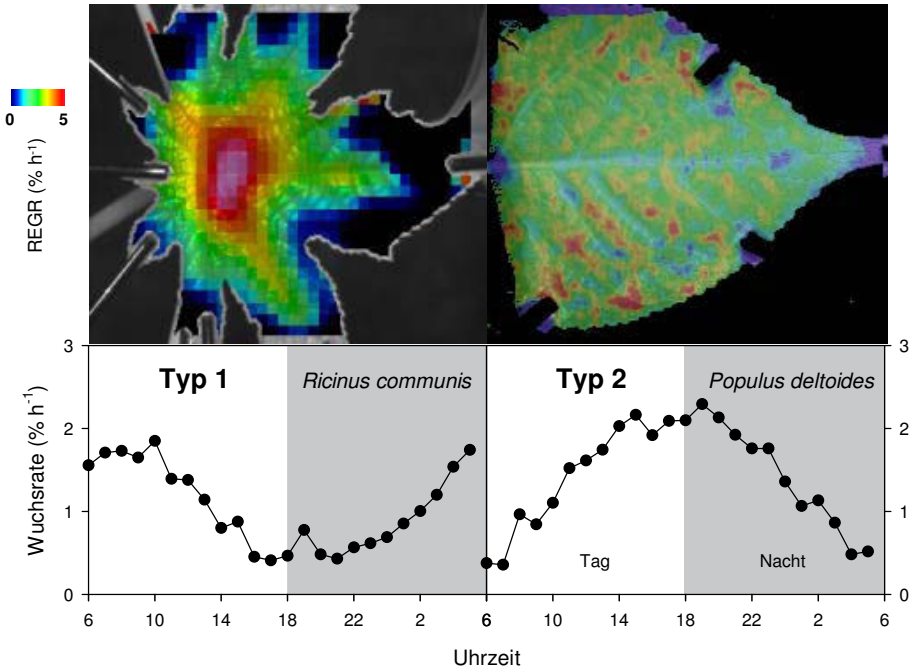


Abb. 1: Blattwachstum. Räumliche Verteilungen von Wuchsraten (REGR, oben) sowie räumlich gemittelte Blattwachstums-Tagesgänge (unten) von *Ricinus communis* (Typ 1) und *Populus deltoides* (Typ 2); angepasst nach Walter *et al.* (2009)

Typ 1 zeigt maximale Wachstumsaktivität zu Beginn der Lichtperiode – auch wenn die Temperatur dann niedrig ist. Bei diesem Typ von Blättern wird zudem ein klarer Basis-Spitze-Gradient des Wachstums festgestellt. Hierzu gehören beispielsweise die Blätter von *Ricinus communis*, *Nicotiana tabacum*, *Gossypium hirsutum*, *Nicotiana attenuata* und *Arabidopsis thaliana*.<sup>9</sup> Typ 2 zeigt ein exakt gegenläufiges Phasenverhalten mit maximaler Wachstumsaktivität am Ende des Tages. Hierzu gehören die Blätter von *Populus deltoides* und *Glycine max*,<sup>10</sup> die auch keinen Basis-Spitze-Gradienten aufweisen. Ein Indiz für die Differenz des Phasenverhaltens der beiden Typen wurde für Blätter von *Populus deltoides* auf Transkriptomebene ermittelt.<sup>11</sup> Der nächtliche Abfall der Wuchsrate

<sup>8</sup> Vgl. Dodd *et al.* (2005).

<sup>9</sup> Vgl. Walter *et al.* (2002), Walter und Schurr (2005), Hüve *et al.* (2007), Hummel *et al.* (2007) sowie Wiese *et al.* (2007).

<sup>10</sup> Vgl. Walter *et al.* (2005) sowie Ainsworth *et al.* (2005).

<sup>11</sup> Vgl. Matsubara *et al.* (2006).

korrelierte mit einer verringerten Expression der Gene ribosomaler Proteine und Histone. Dies kann als Indiz für eine Verlangsamung des zytoplasmatischen Wachstums interpretiert werden. Diese Resultate deuten darauf hin, dass die Differenz der Phasenlage der beobachteten Blattwachstums-Tagesgänge mit einem unterschiedlichen Ausmaß von zytoplasmatischem Wachstum (mit Zellteilung verbunden) und vakuolärem Wachstum (Zellstreckung) korreliert.

## Reaktionen der Wachstumsdynamik auf Änderungen von Umweltparametern

In den vergangenen Jahren wurden in unserem Labor zahlreiche Untersuchungen zur Anpassung von Pflanzen an verschiedene Lichtintensitäten, Temperaturen, CO<sub>2</sub>- und Ozongehalte, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeiten sowie biotischen Stress durch Fraßfeinde (Herbivorie) durchgeführt. Die Reaktion von Blatt- und Wurzelwachstum auf Herbivorie zeigt exemplarisch, dass es dabei zu sehr charakteristischen Reaktionsmustern kommt und dass eine quantitative Wachstumsanalyse einen wesentlichen Beitrag zur Aufklärung der molekularen Antwort der Pflanze auf eine Umweltveränderung leisten kann.

Herbivorie stellt für viele Pflanzen den primären biotischen Umweltstress dar. Anpassung beziehungsweise Schutz vor Fraßfeinden findet sowohl auf biochemischer als auch auf morphologischer Organisationsebene der Pflanze statt. Durch Analysen der Abwehrreaktion der Modellpflanze *Nicotiana attenuata* bei simuliertem herbivorem Befall durch Larven des spezialisierten Fraßfeindes *Manduca sexta* gelang im vergangenen Jahrzehnt ein erheblicher Wissenszuwachs auf diesem Gebiet.<sup>12</sup> Die Hormone Jasmonat und Ethylen nehmen im Syndrom der pflanzlichen Verteidigungsreaktion eine Schlüsselrolle ein. Sie werden innerhalb von Minuten nach Befall eines Blattes induziert und vermitteln kaskadenartige Abwehrreaktionen, in deren Verlauf es zu einer Reihe von Umsteuerungen im pflanzlichen Metabolismus kommt. Während diese Umsteuerungen in den vergangenen Jahren intensiv untersucht wurden, konnte über eine dynamische Antwort des Wachstums bislang nur spekuliert werden.

Bereits bei einmaliger Applikation der physiologisch aktiven Fettsäure-Aminosäure-Konjugate des Larvenssekrets von *Manduca sexta* trat eine signifikante, etwa 16 Stunden andauernde Verringerung des Wurzelwachstums von Keimlingen auf. Auch im Blatt erfolgte eine Reaktion mit ähnlicher Kinetik, die jedoch wesentlich schwächer ausgeprägt war. Die Wachstumsreduktion ist überlagert von einer vermutlich hydraulisch induzierten, kurzfristigeren Verringerung des Wurzelwachstums während etwas mehr als einer Stunde. Gleichzeitig wird aber der Kohlenhydrat-Eintransport in die Wurzel bei herbivorem Angriff verstärkt,<sup>13</sup> so dass die Wurzel in diesem Fall als „sicherer Rückzugsort“ zur Speicherung wichtiger Reserven genutzt wird. Durch vergleichende Analysen der Signalwegmutanten *asLOX3* und *irCOII* konnte geklärt werden, dass das bei der Verwundung induzierte Jasmonat, nicht aber Ethylen die Wachstumsreduktion kontrolliert.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. Kessler und Baldwin (2002).

<sup>13</sup> Vgl. Schwachtje *et al.* (2006).

<sup>14</sup> Vgl. Hummel *et al.* (2009).

## Mechanismen der Wachstumskontrolle in Blättern und Wurzeln

Änderungen von Umweltfaktoren können auf verschiedenen mechanistischen Regulationswegen die pflanzliche Wachstumsdynamik beeinflussen. Dies kann sowohl durch verschiedenste regulatorische Signalkaskaden – zum Beispiel via Jasmonat –, aber auch biophysikalisch im Zusammenspiel von Turgor und Zellwand-Extensibilität oder biochemisch – beispielsweise durch Beeinflussung des Kohlenhydrat-Metabolismus – geschehen.

Kohlenhydrate dominieren die strukturelle Materie von Pflanzen. Das Wachstum des Zelluloseskeletts der sekundären Zellwand benötigt eine kontinuierliche Nachlieferung von Kohlenhydraten. Der Kohlenhydrat-Metabolismus zeigt charakteristische diurnale Variationen, die entscheidend durch die enge Korrelation der Assimilation mit der Lichtintensität und der Umgebungstemperatur beeinflusst werden.<sup>15</sup>

Der Blattwachstums-Tagesgang dikotyler Pflanzen ist anders als bei Monokotylen (Gräsern) weit weniger intuitiv mit der Dynamik des Kohlenhydrat-Metabolismus verbunden. Die Abhängigkeit des Blattwachstums-Tagesgangs vom Stärkehaushalt konnte dennoch für Blätter des Typs 1 (*Arabidopsis thaliana*) demonstriert werden.<sup>16</sup> Die stärkefreie Mutante *stfl* weist einen Defekt im Gen der plastidären Phosphoglucomutase auf und kann daher keine transitorische Stärke synthetisieren. Aufgrund des fehlenden Stärkereservoirs akkumulierten sich tagsüber Photosyntheseprodukte, so dass die Konzentrationen löslicher Zucker in *stfl*-Mutanten gegen Ende des Tages gegenüber dem Wildtyp deutlich erhöht waren. Die Mutante zeigte am Ende der Nacht signifikant niedrigere Wuchsraten als der Wildtyp, konnte dieses Wachstumsdefizit aber teilweise durch erhöhte Wuchsraten am Ende des Tages kompensieren. Die Gesamtblattfläche der *stfl*-Mutanten wuchs ab der Keimung langsamer an als die des Wildtyps.<sup>17</sup> Allerdings ging die Wuchsrate in der Nacht nie komplett auf null zurück und der generelle Wachstumstagesgang mit seinem Maximum am frühen Morgen war vergleichbar zu demjenigen des Wildtyps.

Auch Wurzelwachstum hängt entscheidend von einem geregelten Import von Kohlenhydraten ab, wie die bereits geschilderte Studie zur Beeinflussung des Wachstums von Tabakkeimlingen unter veränderten Lichtintensitäten verdeutlicht.<sup>18</sup> Ebenso wie beim Blatt kann jedoch auch bei der Wurzel ausgeschlossen werden, dass der Kohlenhydrat-Metabolismus allein der Schlüsselprozess für die Kontrolle des Wachstums ist: Der Befund eines verringerten Wurzelwachstums<sup>19</sup> bei gleichzeitig erhöhtem Kohlenhydrat-Import<sup>20</sup> während eines herbivoren Angriffs am Blatt widerlegt die Hypothese, dass allein der Kohlenhydrat-Eintransport die Aktivität des Wurzelwachstums kontrolliert. Vielmehr sind das Zusammenspiel von Kohlenhydrat-Assimilation, -Speicherung und Wachstum sowie die Allokation zwischen Spross und Wurzel entscheidend für das Verständnis der Dynamik von Wachstumsreaktionen.

---

<sup>15</sup> Vgl. Smith and Stitt (2007).

<sup>16</sup> Vgl. Wiese *et al.* (2007).

<sup>17</sup> Vgl. Walter *et al.* (2007).

<sup>18</sup> Vgl. Nagel *et al.* (2006).

<sup>19</sup> Vgl. Hummel *et al.* (2007).

<sup>20</sup> Vgl. Schwachtje *et al.* (2006).



## Dynamik der Photosynthese

In den letzten beiden Jahrhunderten wurde kein zweiter pflanzlicher Stoffwechselprozess derart intensiv erforscht wie die Photosynthese. Bereits 1727 beschreibt Stephen Hales den Energiestoffwechsel der Blätter als den grundlegenden, den Tieren kongruenten Stoffwechselweg.<sup>21</sup> Heute ist die räumliche Anordnung einzelner Photosynthesysteme mit einer Genauigkeit von wenigen Ångström aufgeklärt. Wir verstehen die biophysikalischen Grundlagen der Ladungstrennung im Pikosekundenbereich und molekularbiologische Untersuchungen haben unsere Einsicht in die Regulation des primären Energiestoffwechsels revolutioniert.<sup>22</sup> Die Entwicklung verschiedener nichtinvasiver Methoden beziehungsweise Fernerkundungsverfahren zur Quantifizierung der Photosynthese vom Einzelblatt bis hin zum Ökosystem stellt den zentralen Beitrag dar, den wir leisten, um das tiefgreifende molekulare Verständnis der Photosynthese im Sinn einer Phänotypisierung auch in einem praxisnahen Kontext anwendbar zu machen.

## Chlorophyllfluoreszenzmessungen

In den letzten Jahren hat sich die Messung des Fluoreszenzsignals zur nichtinvasiven Bestimmung der Photosynthese etabliert. Die Methode funktioniert nach dem folgenden Prinzip: Die in den Fotosystemen der Pflanzen absorbierten Lichtquanten werden entweder photosynthetisch genutzt, durch nichtfotochemische Wärmeableitung in den Grundzustand zurückgeführt oder als Fluoreszenzlicht emittiert. Durch Messung des Fluoreszenzsignals können quantitative Rückschlüsse auf fotochemische und nichtfotochemische Ladungstrennung gezogen werden.<sup>23</sup> Seit etwa einem Jahrzehnt stehen kommerzielle Geräte zur Messung des Chlorophyllfluoreszenzsignals zur Verfügung. Heute sind auch miniaturisierte Messgeräte zum Freiland Einsatz erhältlich, die selbst Messungen an Extremstandorten ermöglichen (Abb. 2A).<sup>24</sup> Insbesondere die „Methode der sättigenden Lichtblitze“ bietet den Vorteil, dass die relative Quanteneffizienz, das heißt der Prozentsatz der in der Lichtreaktion der Photosynthese genutzten Elektronen, nichtdestruktiv am intakten Blatt quantifiziert werden kann.

Solche Verfahren erlauben jedoch nur die Erfassung der photosynthetischen Quanteneffizienz an einem Blatt oder einer einzelnen Stelle zu einem bestimmten Zeitpunkt. Wir haben ein Verfahren entwickelt, das es ermöglicht, Einzelmessungen zusammenzufassen und im Kronendach verteilte Messungen mittels eines mechanistischen Photosynthesemodells zu fitten. Das Ergebnis sind Lichtabhängigkeitscharakteristika, die die photosynthetische Kapazität eines ganzen Kronendachs wiedergeben.<sup>25</sup>

<sup>21</sup> „[...] one of the great uses of leaves is what has been long suspected by many, viz., to perform in some measure the same office for the support of the vegetable life, that the lungs of animals do, for the support of animal life; Plants very probably drawing thro' their leaves some part of their nourishment from the air [...]. And may not light also, by freely entering the expanded surfaces of leaves and flowers, contribute much to ennobling principles of vegetables.“ (Hales 1969)

<sup>22</sup> Vgl. Baier (2008) sowie Rascher und Nedbal (2006).

<sup>23</sup> Vgl. Baker (2008).

<sup>24</sup> Vgl. Maxwell und Johnson (2000), Rascher *et al.* (2000), Schreiber und Bilger (1993), Schreiber *et al.* (1995) sowie Rascher *et al.* (2003).

<sup>25</sup> Vgl. Rascher *et al.* (2000) sowie Rascher *et al.* (2004).

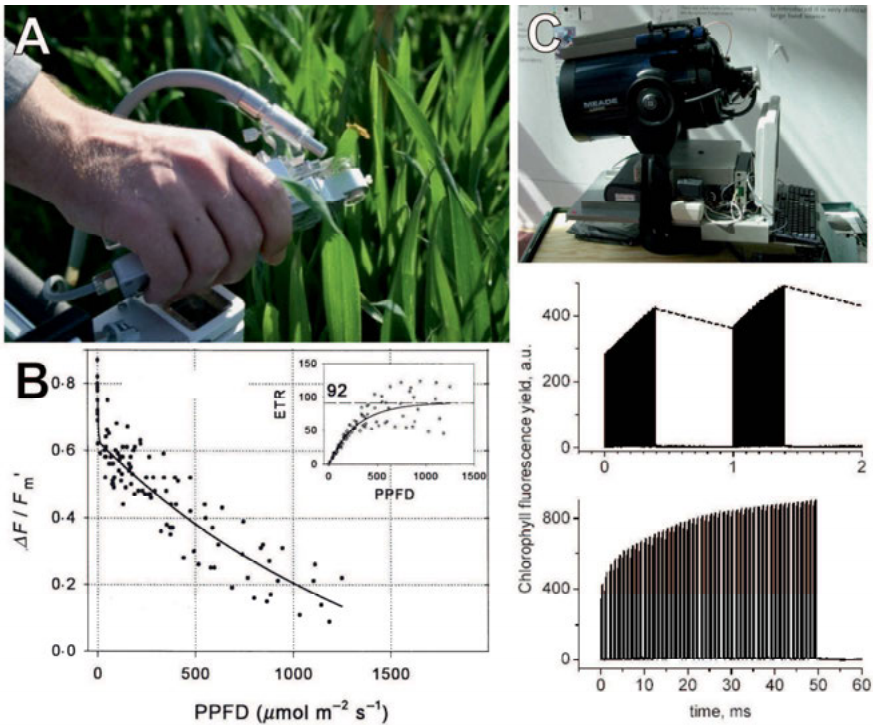


Abb. 2: Methoden der Fluoreszenzmessung. **A:** Blattklammer des kommerziellen Fluoreszenz-Yield-Analysators (Mini-PAM, Walz). **B:** Viele zufällig verteilte Einzelmessungen werden mittels eines mechanistischen Photosynthesemodells approximiert und damit Kardinalpunkte der Kronendachphotosynthese abgeleitet (modifiziert nach Rascher *et al.* 2000). **C:** Prototyp des LIFT-Fluoreszenzmessgeräts. Aus der Kinetik des Fluoreszenzsignals bei laserinduzierter Oxidation und Reduktion des Photosyntheseapparats wird der physiologische Zustand der Photosynthese abgeleitet (untere Graphen).

## Skalierung vom Blatt zum Kronendach mittels Lichtabhängigkeitskurven

Zu einem bestimmten Zeitpunkt durchgeführte Chlorophyllfluoreszenzmessungen geben Einblick in den momentanen Zustand der Lichtreaktion eines einzelnen Blattes unter den gerade vorherrschenden Umweltbedingungen. Lichtabhängigkeitskurven hingegen ermöglichen, Kardinalpunkte der Photosynthese zu bestimmen, die Rückschlüsse auf Adaptation und Akklimatisation des photosynthetischen Apparates erlauben. Generell nimmt die Quanteneffizienz der Lichtreaktion am Fotosystem II ( $\Delta F/F_m'$ ) nichtlinear mit steigender Lichtintensität ab.<sup>26</sup> Die photosynthetische Elektronentransportrate (ETR) steigt zunächst linear an, um dann bei höheren Lichtintensitäten in die Sättigung überzugehen. Die Anfangssteigung der ETR leitet sich aus der potenziellen Quanteneffizienz ( $F_v/F_m$ )

<sup>26</sup> Vgl. Rascher *et al.* (2000).

ab und ist bei höheren Pflanzen meist vergleichbar und, bis auf Fälle chronischer Fotoinhibition, konstant.<sup>27</sup>

Die Lichtabhängigkeit der Photosynthese lässt sich auf Blattebene mit Hilfe eines mathematischen Modells beschreiben.<sup>28</sup> Um von der Ebene des Einzelblattes zu einer quantitativen Beschreibung der Kronendachphotosynthese zu gelangen, muss eine Vielzahl statistisch unabhängiger Punktmessungen an zufällig ausgewählten Blättern im Kronendach durchgeführt werden, um ein einfaches Photosynthesemodell zu approximieren.<sup>29</sup> An die einzelnen Messpunkte werden Exponentialfunktionen gefittet, aus denen die wesentlichen Kardinalpunkte der Lichtabhängigkeitscharakteristika bestimmt werden können. Kardinalpunkte der Lichtabhängigkeitskurven sind die potenzielle Quanteneffizienz des dunkeladaptierten Blattes ( $F_v/F_m$ ), die Anfangssteigung der Elektronentransportrate bei geringer photosynthetisch aktiver Strahlung (*photon flux density* – PFD), die Lichtintensität, bei der Sättigung eintritt, (PFD<sub>sat</sub>) sowie die maximale Elektronentransportrate bei Lichtsättigung ( $ETR_{max}$ ) (Abb. 2B).

## Bestimmung der Chlorophyllfluoreszenz aus größeren Entfernungen

Chlorophyllfluoreszenzverfahren können grundsätzlich auch aus größerer Entfernung eingesetzt werden und ermöglichen potenziell das Vermessen ganzer Kronendächer oder Ökosysteme. Die Notwendigkeit, Photosynthesecharakteristiken großer Vegetationseinheiten zu bestimmen, hat zahlreiche Arbeiten gefördert. Bei diesen Studien wurde versucht, entweder durch Messungen der Grundfluoreszenz in den Fraunhoferlinien<sup>30</sup> oder durch das Verhältnis verschiedener Fluoreszenzbanden Rückschlüsse auf die Quanteneffizienz der Photosynthese zu erhalten.<sup>31</sup>

## Laserinduzierte Fluoreszenztransienten

Die Methode der laserinduzierten Fluoreszenztransienten (LIFT)<sup>32</sup> misst während einer Serie von nichtsättigenden Laserpulsen die Halbwertszeiten der Oxidation und Reduktion des graduell zunehmend oxidierten Plastochinonpools des Fotosystems II (Abb. 2C). Diese zunächst in der Ozeanografie verwendete Methode wurde für Messungen an Blättern Höherer Pflanzen adaptiert.<sup>33</sup> Ein erster Prototyp wurde erfolgreich im Biosphere-2-Laboratorium eingesetzt und erlaubte erstmals, die ETR zweier ausgewählter Arten (*Inga sapindoides* und *Pterocarpus indicus*) im Tagesverlauf aus einer Distanz von etwa zwölf Metern zu bestimmen.<sup>34</sup> Bei einer zweiten Generation des LIFT-Apparats konnte die Anregungsenergie soweit gesenkt werden, dass er auch im offenen Gelände eingesetzt werden kann.<sup>35</sup> Nach einer Erprobungsphase in den USA und einem verbesserten Messprotokoll ist LIFT jetzt im ICG-3 des Forschungszentrums Jülich im Einsatz.<sup>36</sup>

<sup>27</sup> Vgl. Bradbury und Baker (1981).

<sup>28</sup> Vgl. Farquhar *et al.* (1980).

<sup>29</sup> Vgl. Rascher *et al.* (2000).

<sup>30</sup> Vgl. Plascyk (1975), Plascyk und Gabriel (1975), Carter *et al.* (1990) sowie Moya *et al.* (2004).

<sup>31</sup> Vgl. Field *et al.* (1995).

<sup>32</sup> Vgl. Kolber *et al.* (1998).

<sup>33</sup> Vgl. Ananyev *et al.* (2005) sowie Kolber *et al.* (2005).

<sup>34</sup> Vgl. Osmond *et al.* (2004).

<sup>35</sup> Vgl. Kolber *et al.* (2005).

<sup>36</sup> Vgl. Pieruschka *et al.* (2008).

## Sonneninduzierte Fluoreszenzemission

Um das Fluoreszenzsignal auf regionaler und globaler Skala zu erfassen, kommen aus praktischen Gründen nur passive Fernerkundungsverfahren in Frage. Das durch Sonnenlicht induzierte Fluoreszenzsignal ist im Vergleich zum an Pflanzen reflektierten Licht sehr gering und kann deshalb durch klassische Reflexionsmessungen nicht quantifiziert werden. Plascyk entwickelte bereits Anfang der 1970er Jahre ein Konzept, mit dem das relativ schwache Fluoreszenzsignal unter natürlichen Lichtbedingungen erfasst werden kann.<sup>37</sup> Grundlage dieses Verfahrens ist, dass das emittierte Fluoreszenzlicht grundsätzlich eine geringere Energie hat als das absorbierte Lichtquant und daher das Fluoreszenzsignal zu einem langwelligeren Lichtspektrum hin verschoben ist. Die Chlorophyllfluoreszenz höherer Pflanzen findet im dunkelroten und nahen infraroten Lichtspektrum statt und hat zwei Maxima bei 685 und 740 Nanometer.<sup>38</sup> Die Hauptabsorption des Chlorophylls findet hingegen zwischen 400 und 700 Nanometer statt. Betrachtet man nun das Lichtspektrum der Sonne spektral hoch aufgelöst, dann fällt auf, dass aufgrund der spezifischen Absorptionseigenschaften der Sonnen- und Erdatmosphäre gewisse Wellenlängen nicht vorkommen. Diese spezifischen und genau bekannten Banden werden als „Fraunhoferlinien“ (Absorption in der Sonnenatmosphäre) oder „atmosphärische Absorptionsbanden“ (Absorption in der Erdatmosphäre) bezeichnet. In den Fraunhoferlinien beziehungsweise atmosphärischen Absorptionsbanden fällt keine oder eine stark reduzierte Menge an Lichtquanten auf die Erdoberfläche, und eine entsprechend geringe Menge wird an Pflanzenoberflächen reflektiert. Da das Fluoreszenzsignal jedoch auch in den Wellenlängenbereichen der Absorptionsbanden emittiert wird, fällt das Fluoreszenzsignal im Vergleich zum reflektierten Licht relativ stark aus.

Diesen physikalischen Umstand macht man sich bei einem Messverfahren zunutze, der als *Fraunhofer Line Discrimination* (FLD) beschrieben wurde.<sup>39</sup> Bei diesem Verfahren wird jeweils am Rande (Fluoreszenz und Reflexion) und in den Absorptionsbanden (nur Fluoreszenz) das von Pflanzen abgegebene Licht gemessen und mit Hilfe eines nicht-fluoreszierenden Standards die Tiefe der Absorptionsbande und die Intensität des Chlorophyllfluoreszenzsignals bestimmt. Diese Methode gelangte in den letzten Jahren wieder in den Fokus der Forschung, da es mittlerweile technisch möglich ist, in den spektral relativ schmalen Absorptionsbanden zu messen. Der Ansatz ist Basis der von der Europäischen Raumfahrtagentur ausgewählten Fluoreszenz-EXplorer-Studie (FLEX-Studie) als einer möglichen Satellitenmission.<sup>40</sup>

## Jülich Plant Phenotyping Center – Nichtinvasive Schlüsseltechnologie für die Pflanzenzüchtung und die Funktionelle Genomforschung

Die vorgestellten Untersuchungen zum pflanzlichen Wachstum und zur Photosynthese sind auch ausgewählte Beispiele, wie durch neuartige Methoden und Konzepte in den Pflanzenwissenschaften massive Fortschritte in Richtung quantitativer Erfassung und Ana-

<sup>37</sup> Vgl. Plascyk (1975).

<sup>38</sup> Vgl. Lichtenthaler und Rinderle (1988).

<sup>39</sup> Vgl. Plascyk (1975), Plascyk und Gabriel (1975), Carter *et al.* (1990) sowie Moya *et al.* (2004).

<sup>40</sup> Vgl. Rascher *et al.* (2007) sowie Rascher und Pieruschka (2008).

lyse gelingen können. Dabei wird deutlich, dass insbesondere die Dynamik von pflanzlichen Strukturen und Funktionen von essenzieller Bedeutung ist und dass eine adäquate Simulation beziehungsweise Erfassung der räumlichen und zeitlichen Struktur von Umweltparametern unerlässlich ist. Eine weitere Voraussetzung sowohl für die Ableitung von mechanistischem Wissen als auch für die praktische Pflanzenzüchtung ist die Verwendung genetisch klar definierten Pflanzenmaterials. Hieraus ergibt sich das so genannte Phänotypisierungsdreieck (Abb. 3). Während die genetischen Ressourcen durch die Molekularbiologie, Genetik und die Züchter bereitgestellt werden, bedürfen dabei insbesondere die Simulation beziehungsweise das Monitoring der Umweltfaktoren und die Entwicklung von geeigneten Sensoren und Verfahren weiterer intensiver Forschung. Alle drei Ebenen (genetisch definiertes Pflanzenmaterial, Sensorik und Umwelt) müssen zu integrierten Phänotypisierungsansätzen zusammengeführt werden, um relevante und aussagekräftige Daten zu liefern.

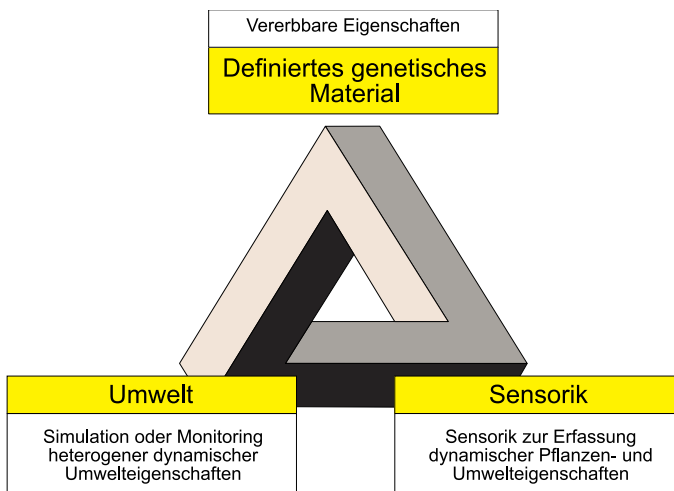


Abb. 3: Das Phänotypisierungsdreieck

Nichtinvasive Verfahren, wie sie auch in den Beispielen Wachstum und Photosynthese entwickelt und eingesetzt wurden, sind hierfür in besonderer Weise geeignet. Durch die technische Weiterentwicklung von vor allem in der Medizin eingesetzten Methoden, aber auch durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit in Verbänden zur Fernerkundung und durch die Entwicklung dediziert auf Fragen der Pflanzenwissenschaften abgestimmter Technologien konnte sich die Pflanzenphänotypisierung als neues Gebiet in der Pflanzenforschung entwickeln.

Das Jülich Plant Phenotyping Center (JPPC)<sup>41</sup> nimmt aufgrund seiner einmaligen Infrastruktur vor allem im Bereich von nichtinvasiven Methoden zur quantitativen Untersuchung pflanzlicher Eigenschaften, seiner Kompetenz in der Entwicklung neuartiger Messverfahren und der jahrelangen Erfahrung in der Anwendung von Pflanzenphänotypisierung

<sup>41</sup> Vgl. <http://www.jpcc.de> (16.09.2009).

in Nutzpflanzen und grundlagenwissenschaftlichen Modellpflanzen sowie in ökologischen Fragestellungen national und international eine zentrale Position ein.

Zur Simulation relevanter Umweltbedingungen stehen zahlreiche Klimakammern und hochmoderne Gewächshäuser zur Verfügung, in denen auch dynamische Veränderungen von Schlüsselparametern wie Temperatur (auch unterschiedliche Temperaturen für Spross und Wurzel), Lichtquantität und -qualität, Luftfeuchte, CO<sub>2</sub>, Ozon und so weiter variiert werden können. Derzeit werden Feldstandorte aufgebaut, in denen Pflanzen in Kleinbeständen experimentell unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt werden können.

Automatisierte Systeme zur Analyse von Pflanzen mit hohem und mittlerem Durchsatz sind in Klimakammern und Gewächshäusern etabliert. Hier können automatisiert größere Populationen von Pflanzen zu Vermessungseinrichtungen transportiert und dort nichtinvasiv vermessen werden („Plant-to-Sensor-Konzept“); andererseits können auch Sensoren und Kameras über die zu vermessenden Pflanzen geführt werden („Sensor-to-Plant-Konzept“). Hierdurch wird eine maximale Flexibilität der Einrichtungen erreicht.

Verfahren zur mechanistischen Phänotypisierung beinhalten sowohl optische als auch nichtoptische Verfahren. Hierzu gehören auch drei speziell auf Pflanzen ausgerichtete MRI<sup>42</sup>-Geräte mit unterschiedlichen Größen von Pflanzen und Feldstärken beziehungsweise Auflösungen, in denen sogar unterschiedliche Klimabedingungen appliziert und nichtinvasive Untersuchungen beispielsweise zur Struktur und Funktion von Wurzeln im Boden sowie von Sprossorganen und Transportprozessen durchgeführt werden können.<sup>43</sup> Mit Hilfe eines ebenfalls für Pflanzen entwickelten Positronenemissionstomografen (PET) können kurzlebige radioaktive Isotope wie <sup>11</sup>C bei ihrem Transport innerhalb der Pflanze nichtinvasiv verfolgt werden. Zudem stehen zahlreiche kamerabasierte Verfahren zur Verfügung, um Wachstums-, Transport- und Austauschprozesse quantitativ zu vermessen.

Für verschiedene Analysen in mittlerem und hohem Durchsatz werden optische Verfahren mit Kameras unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit (schwarz-weiß, Farbe, hyperspektral, nahes Infrarot (NIR), Thermografie), aber auch nichtoptische Verfahren (zum Beispiel Mikrowellen) eingesetzt.

In Feldmessungen können Pflanzen auf Parzellen mit Hilfe von passiven und aktiven optischen Verfahren inklusive 3-D-Vermessungen auf Basis eines automatisierten Positionierungssystems quantitativ analysiert werden.

Das JPPC bietet so eine Vielfalt an Technologien zur Unterstützung der quantitativen Analyse dynamischer pflanzlicher Eigenschaften unter definierten beziehungsweise exakt erfassten Umweltbedingungen.

## **Dynamik von Pflanzen – Neue Wege, neue Lösungen**

Pflanzen sind wesentlich dynamischer als häufig angenommen. Durch die enge Verknüpfung ihrer Leistungsfähigkeit mit der zeitlich und räumlich heterogenen Umwelt um sie herum haben Pflanzen sehr effektive Mechanismen entwickelt, wie sie sich vor zu viel Fluktuation schützen, gleichzeitig aber effektiv die Ressourcen der Umwelt nutzen können. Die Pflanzenwissenschaften sind erst langsam in der Lage, insbesondere durch die Einbeziehung moderner Verfahren die Dynamik von Pflanzen quantitativ zu erfassen und

<sup>42</sup> MRI: Magnetresonanz-Imaging – bildgebende Kernspintomografie

<sup>43</sup> Vgl. Jahnke *et al.* (2009).

deren Rolle im Leben von Pflanzen zu verstehen. Vorrangiges Ziel ist es, in einem holistischen Ansatz skalenübergreifend molekulare, physiologische und ökologische Erkenntnisse zu verknüpfen, um das Wissen über Pflanzen zu vermehren, es zielgerichtet anwenden zu können und damit wesentliche Beiträge der Pflanzenwissenschaften zu großen Herausforderungen der Gesellschaft zu leisten.

## Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei allen Mitarbeitern des ICG-3: Phytosphäre für die fruchtbare Zusammenarbeit, ohne die der Aufbau des Instituts in seiner jetzigen Form nicht möglich gewesen wäre. Große Teile des Beitrags basieren auf den Habilitationsschriften von Uwe Rascher und Achim Walter.

## Literatur

- AINSWORTH, E. A., A. WALTER und U. SCHURR (2005). „Glycine max leaflets lack a base-tip gradient in growth rate“, *Journal of Plant Research* 118, 343–346.
- ANANYEV, G., Z. S. KOLBER, D. KLIMOV, P. G. FALKOWSKI, J. A. BERRY, U. RASCHER, R. MARTIN und C. B. OSMOND (2005). „Remote sensing of heterogeneity in photosynthetic efficiency, electron transport and dissipation of excess light in *Populus deltoides* stands under ambient and elevated CO<sub>2</sub> concentrations, and in a tropical forest canopy, using a new laser-induced fluorescence transient device“, *Global Change Biology* 11, 1195–1206.
- BAIER, M. (2008). „Sicherheit und Kontrolle im pflanzlichen Kraftwerk – Beiträge zur Regulation des plastidären antioxidativen Schutzsystems“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 263–273.
- BAKER, N. R. (2008). „Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo“, *Annual Review of Plant Biology* 59, 89–113.
- BEN-HAJ-SALAH, H. und F. TARDIEU (1995). „Temperature affects expansion rate of maize leaves without change in spatial distribution of cell length. Analysis of the coordination between cell division and cell expansion“, *Plant Physiology* 109, 861–870.
- BRADBURY, M. und N. R. BAKER (1981). „Analysis of the slow phase of the chlorophyll fluorescence induction curve. Changes in the redox state of photosystem II electron acceptors and fluorescence emission from photosystem I and II“, *Biochimica Biophysica Acta* 635, 542–551.
- CARTER, G. A., A. F. THEISEN und R. J. MITCHELL (1990). „Chlorophyll fluorescence measured using the Fraunhofer line-depth principle and relationship to photosynthetic rate in the field“, *Plant, Cell & Environment* 13, 79–83.
- DODD, A. N., N. SALATHIA, A. HALL, E. KÉVEI, R. TÓTH, F. NAGY, J. M. HIBBERD, A. J. MILLAR und A. A. R. WEBB (2005). „Plant circadian clocks increase photosynthesis, growth, survival, and competitive advantage“, *Science* 309, 630–633.
- FARQUHAR, G. D., S. VON CAEMMERER und J. A. BERRY (1980). „A biochemical model of photosynthetic CO<sub>2</sub> assimilation in leaves of C<sub>3</sub> species“, *Planta* 149, 78–90.
- FIELD, C. B., J. A. GAMON und J. PENUELAS (1995). „Remote sensing of terrestrial photosynthesis“, in: E.-D. Schulze und M. M. Caldwell (Hrsg.). *Ecophysiology of Photosynthesis*. Heidelberg, 511–527.
- HALES, S. (1969). *Vegetable Statics*. London (1. Auflage 1727).
- HUMMEL, G. M., M. NAUMANN, U. SCHURR und A. WALTER (2007). „Root growth dynamics of *Nicotiana attenuata* seedlings are affected by simulated herbivore attack“, *Plant, Cell and Environment* 30, 1326–1336.

- HUMMEL, G. M., U. SCHURR, I. T. BALDWIN und A. WALTER (2009). „Herbivore-induced jasmonic acid bursts in leaves of *Nicotiana attenuata* mediate short-term reductions in root growth“, *Plant, Cell and Environment* 32, 134–143.
- HÜVE, K., M. M. CHRIST, E. KLEIST, R. UERLINGS, Ü. NIINEMETS, A. WALTER und J. WILD (2007). „Simultaneous growth and emission measurements demonstrate an interactive control of methanol release by leaf expansion and stomata“, *Journal of Experimental Botany* 58, 1783–1793.
- JAHNKE, S., M. I. MENZEL, D. VAN DUSSCHOTEN, G. W. ROEB, J. BÜHLER, S. MINWUYELET, P. BLÜMLER, V. M. TEMPERTON, T. HOMBACH, M. STREUN, S. BEER, M. KHODAVERDI, K. ZIEMONS, H. H. COENEN und U. SCHURR (2009). „Combined MRI–PET dissects dynamic changes in plant structures and functions“, *The Plant Journal*, doi: 10.1111/j.1365–313X.2009.03888.x.
- KESSLER, A. und I. T. BALDWIN (2002) „Plant responses to insect herbivory: The emerging molecular analysis“, *Annual Review of Plant Biology* 53, 299–328.
- KOLBER, Z. S., O. PRASIL und P. G. FALKOWSKI (1998). „Measurements of variable chlorophyll fluorescence using fast repetition rate techniques. I. Defining methodology and experimental protocols“, *Biochimica et Biophysica Acta* 1367, 88–106.
- KOLBER, Z., D. KLIMOV, G. ANANYEV, U. RASCHER, J. A. BERRY und C. B. OSMOND (2005). „Measuring photosynthetic parameters at a distance: Laser induced fluorescence transient (LIFT) method for remote measurements of PSII in terrestrial vegetation“, *Photosynthesis Research* 84, 121–129.
- LICHTENTHALER, H. K. und U. RINDERLE (1988). „The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants“, *Critical Reviews in Analytical Chemistry* 19, S29–S85.
- MATSUBARA, S., V. HURRY, N. DRUART, C. BENEDICT, I. JANZIK, A. CHAVARRIA-KRAUSER, A. WALTER und U. SCHURR (2006). „Nocturnal changes in leaf growth of *Populus deltoides* are controlled by cytoplasmic growth“, *Planta* 223, 1315–1328.
- MAXWELL, K. und G. N. JOHNSON (2000). „Chlorophyll fluorescence – a practical guide“, *Journal of Experimental Botany* 51, 659–668.
- MOYA, I., L. CAMENEN, S. EVAIN, Y. GOULAS, Z. G. CEROVIC, G. LATOUCHE, J. FLEXAS und A. OUNIS (2004). „A new instrument for passive remote sensing. I. Measurements of sunlight-induced chlorophyll fluorescence“, *Remote Sensing of the Environment* 91, 186–197.
- NAGEL, K. A., U. SCHURR und A. WALTER (2006). „Dynamics of root growth stimulation in *Nicotiana tabacum* in increasing light intensity“, *Plant, Cell and Environment* 29, 1936–1945.
- OSMOND, C. B., G. ANANYEV, J. BERRY, P. FALKOWSKI, C. LANGDON, G. LIN, R. MONSON, C. J. NICHOL, U. RASCHER, S. SMITH und D. YAKIR (2004). „Changing the way we think about global change research: scaling up in experimental ecosystem science“, *Global Change Biology* 10, 393–407.
- PIERUSCHKA, R., D. KLIMOV, U. RASCHER, Z. S. KOLBER und J. A. BERRY (2008). „Remote monitoring of photosynthetic efficiency using Laser Induced Fluorescence Transient (LIFT) Technique“, in: J. F. ALLEN, E. GANTT, J. H. GOLBECK und B. OSMOND (Hrsg.). *Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress on Photosynthesis – Photosynthesis: Energy from the Sun*. Dordrecht, 1539–1544.
- PLASCYK, J. A. (1975). „Mk Ii Fraunhofer line discriminator (FLD-Ii) for airborne and orbital remote-sensing of solar-stimulated luminescence“, *Optical Engineering* 14, 339–346.
- PLASCYK, J. A. und F. C. GABRIEL (1975). „Fraunhofer line discriminator Mkii – Airborne instrument for precise and standardized ecological luminescence measurement“, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 24, 306–313.



- RASCHER, U., M. LIEBIG, U. LÜTTGE (2000). „Evaluation of instant light-response curves of chlorophyll-fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field“, *Plant, Cell & Environment* 23, 1397–1405.
- RASCHER, U., M. LAKATOS, B. BÜDEL und U. LÜTTGE (2003). „Photosynthetic field capacity of cyanobacteria of a tropical inselberg of the Guiana Highlands“, *European Journal of Phycology* 38, 247–256.
- RASCHER, U., E. G. BOBICH, G. H. LIN, A. WALTER, T. MORRIS, M. NAUMANN, C. J. NICHOL, D. PIERCE, K. BIL, V. KUDEYAROV und J. A. BERRY (2004). „Functional diversity of photosynthesis during drought in a model tropical rainforest – the contributions of leaf area, photosynthetic electron transport and stomatal conductance to reduction in net ecosystem carbon exchange“, *Plant, Cell & Environment* 27, 1239–1256.
- RASCHER U. und L. NEDBAL (2006). „Dynamics of plant photosynthesis under fluctuating natural conditions“, *Current Opinion in Plant Biology* 9, 671–678.
- RASCHER, U., C. L. NICHOL, C. SMALL und L. HENDRICKS (2007). „Monitoring spatio-temporal dynamics of photosynthesis with a portable hyperspectral imaging system“, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 73, 45–56.
- RASCHER, U. und R. PIERUSCHKA (2008). „Spatio-temporal variations of photosynthesis – The potential of optical remote sensing to better understand and scale light use efficiency and stresses of plant ecosystems“, *Precision Agriculture* 9 (2008) 6, 355–366.
- SCHREIBER U. und W. BILGER (1993). „Progress in chlorophyll fluorescence research: major developments during the past years in retrospect“, *Progress in Botany* 53, 151–173.
- SCHREIBER U., W. BILGER und C. NEUBAUER (1995). „Chlorophyll fluorescence as a noninvasive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis“, in: E. D. SCHULZE und M. M. CALDWELL (Hrsg.). *Ecophysiology of photosynthesis*. Berlin u. a., 49–70.
- SCHURR, U. (1997). „Growth physiology and measurement of growth“, *Progress in Botany* 59, 355–373.
- SCHURR, U., A. WALTER und U. RASCHER (2006). „Functional dynamics of plant growth and photosynthesis – from steady-state to dynamics – from homogeneity to heterogeneity“, *Plant Cell & Environment* 29, 340–352.
- SCHWACHTJE, J., P. E. H. MINCHIN, S. JAHNKE, J. T. VAN DONGEN, U. SCHITTKO I. T. BALDWIN (2006). „SNF1-related kinases allow plants to tolerate herbivory by allocating carbon to roots“, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 103, 12935–12940.
- SMITH, A. S. und M. STITT (2007). „Coordination of carbon supply and plant growth“, *Plant, Cell and Environment* 30, 1126–1149.
- WALTER, A., R. FEIL und U. SCHURR (2002). „Restriction of nyctinastic movements and application of tensile forces to leaves affects diurnal patterns of expansion growth“, *Functional Plant Biology* 29, 1247–1258.
- WALTER, A. und U. SCHURR (2005). „Dynamics of leaf and root growth – endogenous control versus environmental impact“, *Annals of Botany* 95, 891–900.
- WALTER, A., M. M. CHRIST, G. A. BARRON-GAFFORD, K. A. GRIEVE, R. MURTHY und U. RASCHER (2005). „The effect of elevated CO<sub>2</sub> on diel leaf growth cycle, leaf carbohydrate content and canopy growth performance of *Populus deltoides*“, *Global Change Biology* 11, 1207–1219.
- WALTER, A., H. SCHARR, F. GILMER, R. ZIERER, K. A. NAGEL, M. ERNST, A. WIESE, O. VIRNICH, M. M. CHRIST, B. UHLIG, S. JÜNGER und U. SCHURR (2007). „The dynamics of seedling growth acclimation towards altered light conditions can be quantified via GROWSCREEN – a setup designed for rapid optical phenotyping of different plant species“, *New Phytologist* 174, 447–455.

- WALTER, A., W. K. SILK und U. SCHURR (2009). „Environmental effects on spatial and temporal patterns of leaf and root growth“, *Annual Review in Plant Biology* 60, 279–304.
- WIESE, A., M. M. CHRIST, O. VIRNICH, U. SCHURR und A. WALTER (2007). „Spatio-temporal leaf growth patterns of *Arabidopsis thaliana* and evidence for sugar control of the diel leaf growth cycle“, *New Phytologist* 174, 752–761.

**Ausgründungen aus der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



**DETLEV RIESNER und HANS SÜSSMUTH**

**d|u|p**

## **Die Gründung des Wissenschaftsverlags *düsseldorf university press GmbH***

Die Gründung der *düsseldorf university press GmbH* hatte einen Vorlauf von Monaten. In vielen Gesprächen wurden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fakultäten über das Projekt *düsseldorf university press* informiert und nach ihrer Einstellung zu dieser Idee gefragt. Es gab von Beginn an mehr Befürworter als Skeptiker. Nachdem sich auch in einer Diskussionsveranstaltung auf Schloss Mickeln, an der Mitglieder aller Fakultäten und Zentralen Einrichtungen teilnahmen, eine deutliche Mehrheit für eine Verlagsgründung aussprach, konnte die Gründergruppe ihre Arbeit aufnehmen. Im Jahre 2007 wurde eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts als Vorgründungsgesellschaft etabliert und im Jahre 2008 der Wissenschaftsverlag *düsseldorf university press GmbH* gegründet.

Der vorliegende Aufsatz stellt die Gründung des Wissenschaftsverlages *düsseldorf university press* in den Kontext historischer Universitätsgründungen in Großbritannien und den USA und informiert kurz über ausgewählte junge Universitätsverlage in Deutschland. Im Mittelpunkt steht die Vision der *düsseldorf university press*. Der Aufsatz wirbt um das Engagement möglichst vieler Mitglieder und Angehöriger der Heinrich-Heine-Universität für „ihren“ Universitätsverlag.

### **Historische Vorbilder**

In Großbritannien und in den USA gibt es eine lange Tradition der Universitätsverlage. Zu den bekanntesten Gründungen gehört *Oxford University Press* in Großbritannien.

Die *Oxford University Press* entwickelte sich von 1668 an. Seit 1896 expandierte sie international, indem sie in den USA einen Vertriebsstützpunkt eröffnete. Inzwischen ist sie der größte Universitätsverlag der Welt und in 50 Ländern vertreten. Jährlich werden 4.500 Titel publiziert. Ein großer Teil der Produkte ist heute auch in elektronischer Form abrufbar.

Die Universitätsverlage sind in Großbritannien und den USA universitätseigene Unternehmen. Sie wollen durch weltweites Publizieren die Ziele ihrer Universität und deren Wissenschaftler unterstützen, indem sie neue Forschungsergebnisse in kurzer Zeit einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich machen. Darüber hinaus bemühen sie sich, für ihre Universitäten einen finanziellen Gewinn zu erwirtschaften. Da in den USA der wissenschaftliche Buchmarkt nicht als profitabel für kommerzielle Verlage gesehen wurde, übernahmen die amerikanischen Universitätsverlage die Aufgaben, die in Deutschland die etablierten Privatverlage wahrnehmen.

Von den amerikanischen Wissenschaftlern wird die Leistung der Universitätsverlage für den Wissenschaftstransfer hoch geschätzt. Die 1946 gegründete „Association of American



Abb. 1: Stammhaus der *Oxford University Press*

University Presses“ (AAUP) unterstützt die Arbeit der Universitätsverlage. In einem 24 Punkte umfassenden Positionspapier stellte sie 2005 den Nutzen der Universitätsverlage für die Gesellschaft, für die Wissenschaft und für die *Scientific Community* dar.<sup>1</sup>

Das Programm der amerikanischen und englischen Universitätsverlage enthält nicht nur streng wissenschaftlich ausgerichtete Werke. Die Universitätsverlage arbeiten mit dem Konzept der Diversifikation. Neben rein wissenschaftlicher Literatur verlegen sie auch populärwissenschaftliche Bücher, mit deren Verkauf sie mögliche finanzielle Defizite ausgleichen. Darüber hinaus können sie, soweit sie Non-Profit-Betriebe sind, Steuervergünstigungen in Anspruch nehmen und ihren Haushalt durch Sponsoring ausgleichen. Die *Oxford University Press* hat den Status der Gemeinnützigkeit.

## Universitätsverlage in Deutschland

Die meisten Universitätsverlage in Deutschland wurden erst in den 90er Jahren des zurückliegenden Jahrhunderts oder Anfang des 21. Jahrhunderts etabliert. Der Grund dafür lag in der Kostenexplosion auf dem Büchermarkt und in den neuen Möglichkeiten, wissenschaftliche Literatur in digitaler Form online zur Verfügung zu stellen. Die Krise in der wissenschaftlichen Informationsversorgung wurde mit der Gegenstrategie neuer Geschäftsmodelle für den Kommunikationsmarkt beantwortet.<sup>2</sup> Das Preisdiktat auf dem Verlagsmarkt hatte die Informationsversorgung für Forschung und Lehre reduziert. Das sprunghaft gewachsene Ungleichgewicht, das auf dem Verlagsmarkt zwischen Anbietern

<sup>1</sup> Vgl. <http://www.aaupnet.org> (15.11.2009).

<sup>2</sup> Vgl. Hilberer (2001).

und Abnehmern von wissenschaftlichen Publikationen – Wissenschaftler, Studierende, Bibliotheken – bestand, sollte ausgeglichen werden.

Einen Ausweg aus dem Dilemma bietet das elektronische Publizieren wissenschaftlicher Texte, da hier die Produktionskosten sehr viel geringer sind als bei der Herstellung von Printprodukten. Es lag nahe, die Universitätsbibliotheken mit dieser Aufgabe zu betrauen; daher sind bisher, mit Ausnahme der *Kassel University Press GmbH*, alle Universitätsverlage in Deutschland Abteilungen der jeweiligen Universitätsbibliothek. Bei der *Kassel University Press GmbH* ist die Universität Kassel alleiniger Gesellschafter.

Seit 2002 engagiert sich die Hochschulrektorenkonferenz für eine Neuausrichtung des Informations- und Publikationssystems der deutschen Hochschulen.

Ziel der Hochschulen muss es [...] sein, langfristig durch eine strukturelle Veränderung die größtmögliche Verfügbarkeit von wissenschaftlicher Information bei möglichst niedrigen Kosten zu erreichen. Die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse muss wieder der Wissenschaft und nicht primär den kommerziellen Interessen von Großverlagen dienen.<sup>3</sup>

Die Hochschulrektorenkonferenz empfiehlt, „alternative Publikationswege“ zu entwickeln. Das „kann dadurch geschehen, dass Hochschulen einzeln oder gemeinsam Hochschulschriftenserver betreiben oder eigene Verlage gründen.“ Erleichtert werde dieser Schritt dadurch, „dass die Informationen elektronisch vorliegen. Die Nutzung kann selbstverständlich auch in gedruckter Form erfolgen (z. B. print on demand)“.<sup>4</sup>

Die Hochschulrektorenkonferenz hofft, dass die Schaffung alternativer Publikationswege „grundlegende Veränderungen in der Struktur der wissenschaftlichen Informationsversorgung und -bereitstellung in Deutschland“ bewirkt und „zu einer deutlichen Kostenreduktion beim Literaturerwerb“ führt.<sup>5</sup> Die in Deutschland neu gegründeten Universitätsverlage stimmen mit der Zielvorstellung der Hochschulrektorenkonferenz überein. Die Gewichtung des Anteils der Printmedien und der online veröffentlichten Texte ist von Verlag zu Verlag unterschiedlich.

Die älteste Universitätsverlagsgründung in Deutschland ist der *Verlag der Bauhaus Universität Weimar* (1954). Die nächste Gründung (1969) ist der *Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin*. Der *Verlag des Forschungszentrums Jülich* als Teil der Zentralbibliothek wurde offiziell 1991 gegründet. Es folgten 1997 die *Kassel University Press GmbH* und der *Universitätsverlag Hildesheim*, 1998 der *Universitätsverlag Potsdam* sowie 2003 der *Universitätsverlag Karlsruhe*. Im Jahre 2006 wurden der *Universitätsverlag Göttingen*, der *Universitätsverlag Mannheim*, der *Verlag Hamburg University Press* und der *Universitätsverlag Ilmenau* gegründet. Der *Universitätsverlag der Technischen Universität Chemnitz* und die *University of Bamberg Press* nahmen ihre Arbeit 2008 auf.

Diese Wissenschaftsverlage haben sich zur „Arbeitsgemeinschaft der Universitätsverlage“ zusammengeschlossen, die Arbeitstagen durchführt und einen gemeinsamen Stand während der Frankfurter Buchmesse und des Deutschen Bibliothekstages organisiert. Auch Universitätsverlage aus Italien, Österreich und der Schweiz kooperieren inzwischen mit der Arbeitsgemeinschaft der Universitätsverlage. So ist ein tragfähiges Netzwerk entstanden.<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Hochschulrektorenkonferenz (2002: 1).

<sup>4</sup> Hochschulrektorenkonferenz (2002: 1).

<sup>5</sup> Hochschulrektorenkonferenz (2002: 2 f.).

<sup>6</sup> Vgl. <http://www.ag-univerlage.de> (15.11.2009).

Es liegt in der Konsequenz der Gründungsgeschichte und der Ziele der jungen Universitätsverlage in Deutschland, dass sie Verfechter der Open-Access-Idee<sup>7</sup> sind, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Hochschulrektorenkonferenz in vielen Positionspapieren unterstützt wird.<sup>8</sup> Dabei geht es um den offenen Zugang zu wissenschaftlichen Informationen. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fordert im Positionspapier „Informationen vernetzen – Wissen aktivieren“, „den Zugang zur weltweiten wissenschaftlichen Information für jedermann zu jeder Zeit und von jedem Ort zu fairen Bedingungen sicher[zustellen“ und den „Aufbau von Informationssystemen mit hochwertigen Dienstleistungsprodukten unter dem Gesichtspunkt des globalen Marktes und der Effizienz [zu fördern“.<sup>9</sup>

### Open Access als Geschäftsmodell für Verlage

Der freie Zugang zu wissenschaftlichen Publikationen im Internet (Open Access) ist nicht nur ein innovativer Ansatz für die internationale Verbreitung von Forschungsergebnissen und somit für die Profilschärfung von Wissenschaft in einer zunehmend vernetzten und digitalen Welt, sondern auch ein tragfähiges Geschäftsmodell für wissenschaftliche Verlage. Ein breites Spektrum von wissenschaftlichen Organisationen, Verbänden und Einzeleinrichtungen unterstützt in Deutschland Open Access<sup>10</sup> und fördert – auch finanziell – die Integration des Open-Access-Ansatzes in existierende Publikationsprozesse. So stellt die Deutsche Forschungsgemeinschaft in einer Pressemitteilung vom 13. Oktober 2009 ausdrücklich Mittel in Aussicht, die Universitäten zur Übernahme von Kosten bei der Publikation ihrer Wissenschaftler in Open-Access-Journals in Anspruch nehmen können.<sup>11</sup> Auch andere Finanzierungsmodelle sind möglich, so zum Beispiel Autorengebühren (*Oxford University Press, Blackwell, Wiley und Elsevier*), Publikationsfonds (Universität Bielefeld), hybride Finanzierungsmodelle oder institutionelle (Teil-)Trägerschaft. Entscheidend ist, dass Open Access weder einen Verzicht auf Einnahmen bedeuten muss, noch etwa mit dem Verlust rechtlicher Sicherheiten oder wissenschaftlicher Standards zusammenfällt. In den Worten von DFG-Präsident Matthias Kleiner:

„Der Charakter einer wissenschaftlichen Publikation ändert sich ja nicht durch das Medium. Der sorgfältige Vortrag von Thesen und Argumenten, das Einhalten fachlicher und methodischer Standards, die Qualitätskontrolle durch ein Peer Review müssen für digitale Publikationen ebenso gelten wie für gedruckte. Und schließlich: Der Sinn einer Publikation ist ja die Veröffentlichung und Rezeption ihres Inhaltes in möglichst breiter Weise!“<sup>12</sup>

<sup>7</sup> Vgl. „Allg. Informationen zu Open Access: Informationsplattform Open Access“. <http://open-access.net/> (19.11.2009), „Informationsplattform Open Access: Open Access-Geschäftsmodelle“. <http://open-access.net/de/allgemeines/geschaeftsmodelle/> (19.11.2009) sowie „Open Access: Gemeinsame Erklärung der Wissenschaftsorganisationen vom 25. März 2009“. [http://www.helmholtz.de/aktuelles/presseinformationen/artikel/detail/gemeinsame\\_erklaerung\\_der\\_wissenschaftsorganisationen/](http://www.helmholtz.de/aktuelles/presseinformationen/artikel/detail/gemeinsame_erklaerung_der_wissenschaftsorganisationen/) (19.11.2009).

<sup>8</sup> Vgl. DFG-Richtlinien. Nach den Verwendungsrichtlinien sollen DFG geförderte Forschungsergebnisse möglichst auch digital veröffentlicht werden und als Open Access Dokumente verfügbar gemacht werden.

<sup>9</sup> Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2002: 3); Hervorhebungen im Original.

<sup>10</sup> Vgl. „Schwerpunktinitiative ‚Digitale Information‘ der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen“. [http://www.mpd.l.mpg.de/projects/other/allianz\\_de.htm](http://www.mpd.l.mpg.de/projects/other/allianz_de.htm) (19.11.2009).

<sup>11</sup> Vgl. DFG Pressemitteilung „Rückenwind für freien Zugang zu Forschungsergebnissen“. [http://www.dfg.de/aktuelles\\_presse/pressemitteilungen/2009/presse\\_2009\\_57.html](http://www.dfg.de/aktuelles_presse/pressemitteilungen/2009/presse_2009_57.html) (19.11.2009).

<sup>12</sup> „Die Freiheit der Autoren ist nicht bedroht“ Fragen an den DFG-Präsidenten zur Open-Access-Initiative der Allianz der Wissenschaftsorganisationen <http://www.forschung-und-lehre.de/wordpress/?p=2412> (19.11.2009).



Die Solidität von Open-Access-Geschäftsmodellen und der Erfolg hybrider Publikationsstrategien (also die Veröffentlichung einer Printpublikation parallel zur digitalen Open-Access-Publikation) ist auch in Deutschland bereits erprobt worden.<sup>13</sup> So publizieren zum Beispiel die Universitätsverlage Karsruhe, Hamburg und Göttingen erfolgreich hybrid, ohne dass die Nachfrage nach Printausgaben dadurch negativ beeinflusst worden wäre. Gerade bei Publikationen mit kleinen und „riskanten“ Auflagen verringert sich die Nachfrage durch institutionelle Abnehmer wie Bibliotheken nicht dadurch, dass gleichzeitig Open Access publiziert wird, jedoch steigert sich die Sichtbarkeit der Publikation beträchtlich durch Einbindung in Suchdienste wie Google Scholar und Google Books, und in zahlreiche Katalogdienste. Zusammenfassend machen folgende Punkte die Integration von Open Access in die Wertschöpfungskette eines modernen Wissenschaftsverlags wünschenswert:

- erhöhte Sichtbarkeit für Verlag und Wissenschaftler (durch Suchmaschinen, Online-Kataloge und so weiter);
- Diversifizierung der Einnahmequellen (zu Einnahmen aus dem Verkauf von Printpublikationen kommen Erträge aus den oben genannten Geschäftsmodellen);
- Erweiterung des Verlagsportfolios (Open Access komplementiert Printpublikationen, anstatt sie zu ersetzen);
- Kompetenzentwicklung in einem von Förderorganisationen und Politik auch finanziell forcierten Bereich.

Bei *düsseldorf university press* ist über das Abrechnungsmodell noch nicht entschieden worden.

## **Die Verlagsgründung *düsseldorf university press GmbH***

Am 7. Juli 2008 wurde im Heinrich-Heine-Saal der Heinrich-Heine-Universität die *düsseldorf university press GmbH* gegründet. Das Motiv, sich für die Gesellschaftsform der GmbH zu entscheiden, lag darin, dass diese für die Zukunftsgestaltung des Wissenschaftsverlages den größten Gestaltungsspielraum bietet. Dabei stand für die Gesellschafter nicht der wirtschaftliche Gewinn im Vordergrund; vielmehr legt die Satzung fest, dass der Gewinn überwiegend der Universität zufließt. Gesellschafter wurden die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Warth & Klein, die Professorin Gertrude Cepl-Kaufmann, die Privatdozentin Hannelore Riesner, die Professoren Emeran Gams, Winfried Hamel, Rudolf Hiestand, Alfons Labisch, Heinz Mehlhorn, Detlev Riesner, Stephan Roth, Bodo-Eckehard Strauer, Hans Süsmuth, H. Jörg Thieme und der Leiter der Goethe Buchhandlung, Wolfgang Teubig. Zum Vorsitzenden der Gesellschafterversammlung wurde Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Klein gewählt.

Die Professoren Süsmuth, Hamel und Mehlhorn wurden zu Geschäftsführern bestellt. Professor Heinz Mehlhorn, Lehrstuhl für Parasitologie, Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste und früherer Dekan, bringt seit dem Start der *düsseldorf university press GmbH* seine Reputation als Wissenschaftler und seine Erfahrung als Gründer der Alpha-Biocare GmbH in die Verlagsarbeit ein.

---

<sup>13</sup> Vgl. Bauer (2006).

Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch, damaliger Rektor der Heinrich-Heine-Universität, sagte in seiner Ansprache bei der Gründungsversammlung: „Dieser Tag ist ein wichtiger Tag für die *düsseldorf university press* und für die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“.<sup>14</sup>

Die Vorgeschichte der Verlagsgründung beginnt im Jahre 2007. Der Initiator des Projektes *düsseldorf university press*, Professor Hans Süßmuth (Lehrstuhl für Neueste Geschichte und früherer Dekan), hatte die Professoren Detlev Riesner (Lehrstuhl für Physikalische Biologie, früherer Dekan und Prorektor, Mitgründer der Qiagen N.V. und seit dem 6. Dezember 2007 Mitglied des Hochschulrates der Heinrich-Heine-Universität), Winfried Hamel (Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und früherer Dekan und Prorektor) und H. Jörg Thieme (Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre und Gründungsdekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät) als Mitglieder des Gründungsrates gewinnen können. Diese Vierergruppe diskutierte das vorliegende Konzept des Wissenschaftsverlags, begleitete den Prozess der Verlagsgründung bis zur Implementierung und engagierte sich seitdem in verschiedenen Organen der *düsseldorf university press GmbH*.

Rektor Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch und – seit dem 31. Oktober 2008 – Rektor Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper haben gemeinsam mit dem Kanzler Professor Ulf Pallme König und den Prorektorinnen und Prorektoren ihrer Rektorate den Gründungsprozess der *düsseldorf university press GmbH* beratend und unterstützend begleitet.

Die Leitende Direktorin der Universitäts- und Landesbibliothek, Frau Dr. Irmgard Siebert, Prof. Dr. Stephan Olbrich, Direktor des Zentrum für Informations- und Medientechnologie, und der langjährige Direktor des Droste Verlags, Prof. Dr. Manfred Lotsch, wurden als Experten zu vielen Gesprächen eingeladen und haben sich bei der Verlagsgründung stark engagiert. Sie arbeiten seither in Organen des Wissenschaftsverlags mit.

In die Diskussion des Verlagskonzeptes gingen auch Impulse aus der Redaktion des *Jahrbuchs der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* ein, von Dr. Friedrich-K. Unterweg und Dipl.-Oek. Friedhelm Sowa.

Das Rektorat der Heinrich-Heine-Universität stimmte in seiner Sitzung am 24. Mai 2007 „einer Beteiligung der Hochschule an dem zu gründenden Verlag Düsseldorf University Press GmbH“ zu. Um den Geschäftsbetrieb am 1. September 2007 aufnehmen zu können, wurde eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) als Vorgründungsgesellschaft etabliert. So wurde es möglich, die Festschrift *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf 1907–2007* bei der *düsseldorf university press* zu verlegen (Abb. 2).<sup>15</sup>

Es war von vorneherein beabsichtigt, die GbR in eine GmbH umzuwandeln, sobald der Gesellschafterkreis feststand und die Satzung erarbeitet war. Gesellschafter und Geschäftsführer der GbR waren die Professoren Hamel und Süßmuth.

Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie (MIWFT) des Landes Nordrhein-Westfalen gab der Heinrich-Heine-Universität durch Erlass vom 18. September 2007 seine Zustimmung zu „unternehmerischer Hochschultätigkeit [. . .] in Form einer Beteiligung an einer Düsseldorf University Press GmbH“.<sup>16</sup>

Damit war der Weg frei für die Erarbeitung einer Satzung und eines Kooperationsvertrages zwischen der *düsseldorf university press* und der Heinrich-Heine-Universität. Den Sat-

<sup>14</sup> Willhardt (2008).

<sup>15</sup> Vgl. Halling und Vögele (2007).

<sup>16</sup> Vgl. dazu Hochschulfreiheitsgesetz vom 1. Januar 2007. [http://www.innovation.nrw.de/objekt-pool/download\\_dateien/hochschulen\\_und\\_forschung/HFG.pdf](http://www.innovation.nrw.de/objekt-pool/download_dateien/hochschulen_und_forschung/HFG.pdf) (15.11.2009).

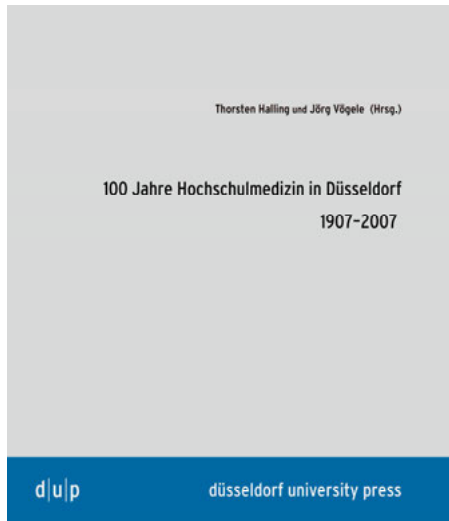


Abb. 2: Cover *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf – 1907–2007*

zungsentwurf erarbeitete Professor Hamel, den Kooperationsvertrag Professor Süßmuth in Zusammenarbeit mit der Juristin Kirsten Ugowski aus dem Justizariat der Heinrich-Heine-Universität.

In der Gesellschafterversammlung am 7. Juli 2008 wurde die Satzung verabschiedet. Am 23. Oktober 2008 verlieh das Rektorat der *düsseldorf university press GmbH* den Status eines An-Instituts und folgte damit den Überlegungen des MIWFT in dessen Erlass vom 18. September 2007 und dem Antrag der Gründergruppe. In der Rektoratssitzung vom 29. Januar 2009 wurde ein Kooperationsvertrag zwischen der Heinrich-Heine-Universität und *düsseldorf university press GmbH* geschlossen.

Die Beteiligung der Heinrich-Heine-Universität als Gesellschafter der *düsseldorf university press GmbH*, also die Zusammenarbeit einer öffentlich rechtlichen Institution mit einer privatrechtlichen GmbH wurde durch das am 1. Januar 2007 in Kraft getretene Hochschulfreiheitsgesetz ermöglicht.<sup>17</sup> Gleichwohl wurde Neuland betreten, weil es bisher für die Universität keine praktische Erfahrung mit *Public-Private-Partnerships* (PPP) gab.<sup>18</sup> Der damalige Prorektor für Finanzen, Prof. Dr. Raimund Schirmeister, ein Experte im Feld der PPP, beriet die Geschäftspartner und moderierte die Diskussion zwischen *düsseldorf university press* und Heinrich-Heine-Universität. Der Kooperationsvertrag regelt die Zusammenarbeit zwischen *düsseldorf university press* und Heinrich-Heine-Universität und hält die Leistungen beider Vertragspartner detailliert fest.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Vgl. Hochschulfreiheitsgesetz, § 5 Absatz 7. [http://www.innovation.nrw.de/objekt-pool/download\\_dateien/hochschulen\\_und\\_forschung/HFG.pdf](http://www.innovation.nrw.de/objekt-pool/download_dateien/hochschulen_und_forschung/HFG.pdf) (15.11.2009).

<sup>18</sup> Vgl. Spezialliteratur zu PPP: Michel (2007) und Grüb (2006).

<sup>19</sup> Vgl. Kooperationsvertrag § 1 Leistung der *düsseldorf university press*, § 2 Leistungen der Heinrich-Heine-Universität und § 5 Zusammenarbeit.

## **Ziele der *düsseldorf university press***

Der Verlag *düsseldorf university press* hat das Ziel, Forschungsergebnisse der Heinrich-Heine-Universität und anderer Universitäten zeitnah und kostengünstig zu veröffentlichen.

Das Spektrum der Publikationen reicht von wissenschaftlichen Monografien, Sammelbänden und Reihen über Qualifikationsschriften, Festschriften, Lehrbücher und Studienmaterialien bis zu Wissenschaftlichen Ratgebern.

Die Veröffentlichungen des Verlags erscheinen als Druckwerke und/oder als Publikationen im Internet oder in anderen geeigneten Medien und Formen wissenschaftlicher Information und Kommunikation. Alle Publikationen können auf Wunsch des Autors als elektronische Versionen veröffentlicht werden. Der Verlag bietet auch Nachwuchswissenschaftlern eine Plattform, ihre Forschungsergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Der Verlag *düsseldorf university press* soll die Heinrich-Heine-Universität im zunehmenden Wettbewerb zwischen den Hochschulen stärken und ihr Profil als Forschungsuniversität schärfen. Die Arbeit des Verlags soll zur Stärkung der Corporate Identity der Heinrich-Heine-Universität beitragen.

## **Gesellschaftsform**

Die Gesellschaftsform der *düsseldorf university press* ist die GmbH. Ihre Organe sind die Gesellschafterversammlung, der Wissenschaftlich-Verlegerische Beirat, die Geschäftsführung, das Board of Advisors und das Board of Reviewers.

Die Gesellschafterversammlung setzt sich aus den Personen und Institutionen zusammen, die das Stammkapital für die *düsseldorf university press GmbH* eingebracht haben. Der Vorsitzende der Gesellschafterversammlung ist Prof. Dr. Dr. h.c. Werner Klein.

Der Wissenschaftlich-Verlegerische Beirat hat zentrale Steuerungsaufgaben für die Profilbildung des Verlags. Geborene Mitglieder sind der Rektor der Heinrich-Heine-Universität, Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper, die Leitende Direktorin der Universitäts- und Landesbibliothek, Frau Dr. Irmgard Siebert, und der Direktor des Zentrum für Informations- und Medientechnologie, Prof. Dr. Stephan Olbrich. Gewählte Mitglieder aus der Wissenschaft sind Prof. Dr. Detlev Riesner und Prof. Dr. H. Jörg Thieme. Gewählte Mitglieder aus der Praxis sind Prof. Dr. Manfred Lotsch und Wolfgang Teubig, Geschäftsführer der Goethe Buchhandlung.

Zur beratenden Unterstützung der Geschäftsführung gibt es ein Board of Advisors, in das Persönlichkeiten der Wissenschaft und der Wirtschaftspraxis berufen werden können.

Mitglieder sind Prof. Dr. Dieter Birnbacher (Lehrstuhl für Praktische Philosophie, früherer Studiendekan), Prof. Dr. Johannes Dietlein (Lehrstuhl für Öffentliches Recht und Verwaltungslehre, früherer Dekan), Prof. Dr. Dieter Häussinger (Lehrstuhl für Innere Medizin, Direktor der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie, früherer Dekan, Sprecher des SFB 575, Mitglied der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste, und Leibniz-Preisträger), Prof. Dr. Raimund Schirmeister (Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Finanzierung und Investition, früherer Dekan und Prorektor), Prof. Dr. Jürgen Schrader (Lehrstuhlinhaber für Physiologie, früherer Prorektor, Sprecher des SFB 612) und Prof. Dr. Peter Westhoff (Lehrstuhl für Botanik, früherer Dekan, Sprecher des SFB 590).

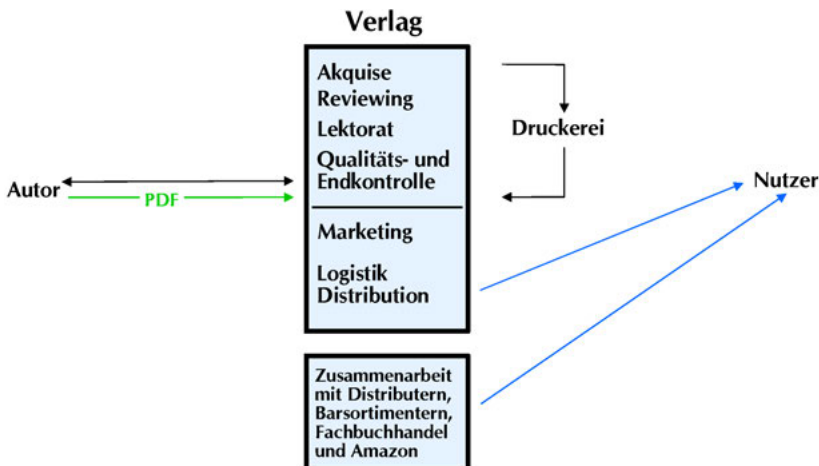
Die Qualitätssicherung der Veröffentlichungen wird durch das Board of Reviewers gewährleistet. Ihm gehören 80 Professorinnen und Professoren aus allen Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität an.

Die Professorinnen und Professoren, die sich in der *düsseldorf university press GmbH* engagieren, arbeiten unentgeltlich. Das gilt auch für die Mitglieder der Geschäftsführung.

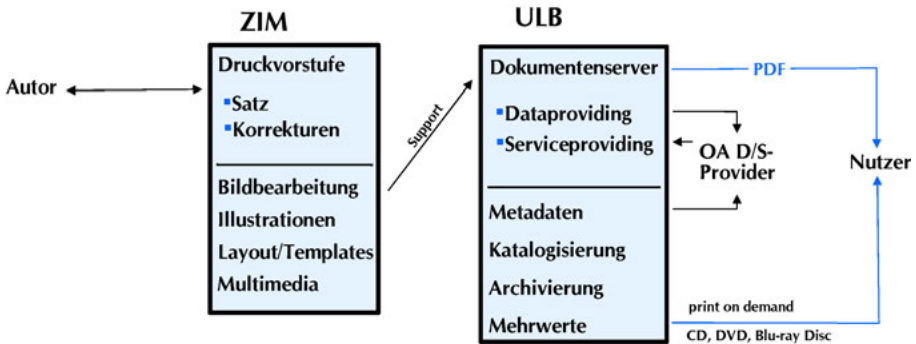
Satzungsgemäß hat die Geschäftsführung eine Redaktion eingerichtet. Die Leitung hat Dr. Friedrich-K. Unterweg übernommen, der durch seine langjährige Redaktion der Forschungsberichte der Philosophischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität sowie die redaktionelle Mitwirkung an zahlreichen wissenschaftlichen Publikationsprojekten den komplexen Prozess „vom Manuskript zum Buch“ besonders gut kennt und somit gleichermaßen ein sachkundiger Ansprechpartner für die Autoren des Verlages wie auch für die beauftragten Druckereien ist. Als Berater wirken Dipl.-Oek. Friedhelm Sowa und Dr. des. Cornelius Puschmann mit. Friedhelm Sowa ist durch seine langjährige Arbeit im Rechenzentrum beziehungsweise Zentrum für Informations- und Medientechnologie zu einem anerkannten Spezialisten für elektronischen Buchsatz und Typografie geworden. Cornelius Puschmann arbeitet im Bereich neuester Entwicklungen auf dem Gebiet der elektronischen Kommunikation und bringt umfangreiches Fachwissen bei Online-Publikationen des Verlages ein. Dipl.-Ing. Isabelle Valerie Mehlhorn hat für mehrere Publikationen das Layout und den Satz erstellt.

## Arbeitsabläufe im Verlag

Der Verlag wirbt wissenschaftliche Arbeiten ein, oder Autorinnen und Autoren schlagen dem Verlag Forschungsergebnisse zur Publikation vor. In der Regel legt die Autorin beziehungsweise der Autor eine nach den Verlagsrichtlinien gestaltete Druckvorlage vor. Druck und Bindung der angenommenen Publikationen erfolgen gemäß Ausschreibung als Fremdleistungen in Druckereien und Buchbindereien. Der Verlag organisiert die Arbeitsstufen, die im folgenden Schema zusammengefasst sind.



Bei der Publikation von wissenschaftlichen Texten, deren Ziel zuerst die Imagestärkung und die Profilschärfung der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf als Forschungsuniversität ist, verfolgt der Verlag kein primär wirtschaftliches Interesse. In diesem Fall kann die Heinrich-Heine-Universität durch die Universitäts- und Landesbibliothek oder das Zentrum für Informations- und Medientechnologie für das Verfahren der Drucklegung und für die Online-Publikation Leistungen übernehmen, wie im folgenden Schema dargestellt. Die letzte Entscheidung obliegt dem Rektorat.



### Akzeptanz der *düsseldorf university press GmbH* durch Qualität und Marketing

Über den Erfolg der *düsseldorf university press GmbH* wird die konsequente Einhaltung hoher inhaltlicher und formaler Qualitätsstandards sowie die Beratung und Unterstützung der Autorinnen und Autoren seitens des Verlages entscheiden. Dieses wichtigste Kriterium wird, so ist zu hoffen – wie es beim *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* der Fall ist – die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler überzeugen und motivieren, sich als Autorinnen und Autoren des Verlages zu engagieren.

Ein zweites Erfolgskriterium wird die Bindung der Autorinnen und Autoren an den Wissenschaftsverlag in der eigenen Universität sein. Ab 2010 wird ein Newsletter über Jahresplanung und Publikationen sowie über den strukturellen Ausbau der *düsseldorf university press GmbH* informieren. Durch diese Transparenz werden die Autorinnen und Autoren in die strategischen Überlegungen und die operative Arbeit des Verlages eingebunden.

Ein drittes Kriterium für die Entscheidung von Autoren, mit *düsseldorf university press* zusammenzuarbeiten, werden Marketing und Distribution des Verlages sein. Dem Marketing kommt die Bereitschaft von Prof. Dr. Bernd Günter (Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Marketing und Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät) zugute, *düsseldorf university press* seine Erfahrung zur Verfügung zu stellen. Das gilt ebenso für die Unterstützung durch die Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. Gerhard Vowe und Prof. Dr. Ralph Weiß von der Abteilung für Kommunikations- und Medienwissenschaft des Sozialwissenschaftlichen Instituts der Philosophischen Fakultät.

Für die praktische Umsetzung kooperiert *düsseldorf university press* mit großen Distributoren und Barsortimentern. Erfolgreich ist die Kooperation mit Amazon, mit Lehmanns Fachbuchhandlung und mit dem Buchhaus Stern-Verlag. Die Zusammenarbeit mit dem Barsortimenter KNV (Koch, Neff, Volkmann GmbH), der 450.000 Titel am Lager vorhält, hat begonnen. Mit weiteren Partnern steht *düsseldorf university press* in Verhandlungen. Die Zusammenarbeit mit Lehmanns Fachbuchhandlung wurde am 16. März 2009 durch einen Vertrag mit *düsseldorf university press* besiegelt. An diesem Beispiel soll das Konzept der Distribution von *düsseldorf university press* kurz verdeutlicht werden. Lehmanns Fachbuchhandlung GmbH ist eine 100-prozentige Tochter der Deutschen Ärzte-Verlag GmbH, deren Eigner zu je 50 Prozent die Kassenärztliche Bundesvereinigung und die Bundesärztekammer sind. Lehmanns Fachbuchhandlung GmbH ist in Universitätsstädten mit Medizinischer Fakultät und Klinikum vertreten (Abb. 3).



Abb. 3: Lehmanns Fachbuchhandlung – Filialen

Sie erreicht 70 Prozent der Studierenden und ist allen Medizinern vom ersten Studiensemester an bekannt. Wir haben mit diesem Distributor einen starken Partner gewonnen. Publikationen aus der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität, die bei *düsseldorf university press* verlegt sind, finden über Lehmanns Fachbuchhandlung, über Amazon, über KNV, über das Buchhaus Stern-Verlag und die Goethe Buchhandlungen den Weg zum Nutzer. Durch ihre Mitgliedschaft in der Arbeitsgemeinschaft der Universitätsverlage ist *düsseldorf university press* auch auf der Frankfurter Buchmesse vertreten.

### **Alleinstellungsmerkmale der *düsseldorf university press* GmbH**

Die Zusammenarbeit der *düsseldorf university press* GmbH und der Heinrich-Heine-Universität soll zu einer Win-win-Situation führen. Die Gründung des Verlags *düsseldorf uni-*

versity press hat Modellcharakter für kreative Ausgründungen. Eine privatwirtschaftlich organisierte GmbH und eine öffentlich-rechtliche Institution kooperieren.

Folgende Alleinstellungsmerkmale zeichnen die Verlagsgründung *düsseldorf university press* im Vergleich zu den anderen Universitätsverlagen in Deutschland aus:

- 80 Professorinnen und Professoren aus allen Fakultäten der Heinrich-Heine-Universität engagieren sich für den Wissenschaftsverlag *düsseldorf university press*, der sich als Verlag der Heinrich-Heine-Universität versteht.
- Alle Professorinnen und Professoren erbringen ihre Leistung ohne Entgelt.
- Die inhaltliche Qualitätssicherung wird durch das Board of Reviewers gesichert. Die endgültige Festlegung der Stufen des formalisierten Review-Verfahrens erfolgt in Kürze.
- Die formale Qualitätssicherung wird durch die Redaktion gewährleistet.
- Jedes zur Publikation angenommene Werk wird mehreren Druckereien zum Druck angeboten.
- Es wird mit Druckereien in Deutschland, den Niederlanden, Polen und Ungarn zusammengearbeitet.
- Das Projekt *düsseldorf university press* hat im Feld der PPP Modellcharakter. Innovativ wird die Kooperation von privatrechtlicher GmbH und öffentlich-rechtlicher Institution geleistet.
- Das auf dem Campus der Heinrich-Heine-Universität entstandene Engagement einer großen Zahl von Professorinnen und Professoren für zusätzliche Leistungen zugunsten der eigenen Universität kommt der Corporate Identity zugute.
- Bei der jährlichen Gewinnausschüttung werden insbesondere Zuwendungen an die Heinrich-Heine-Universität erfolgen.<sup>20</sup>

Im Anhang sind die Cover folgender ausgewählter Publikationen abgebildet:

Dieter HÄUSSINGER. *Düsseldorfer Kompendium. Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie*. Düsseldorf 2009.

Ulrich GERMING und Rainer HAAS (Hrsg.). *Myelodysplastische Syndrome. Bilanz des aktuellen Wissens*. Düsseldorf 2009.

Helmut FRISTER und Dirk OLZEN (Hrsg.). *Reproduktionsmedizin. Rechtliche Fragestellungen*. Düsseldorf 2010.

Bodo-Eckehard STRAUER, Gudrun OTT und Christiana Mira SCHANNWELL (Hrsg.). *Adulte Stammzellen. Therapiemöglichkeiten bei Herz- und Kreislauferkrankungen*. Düsseldorf 2009.

Stephan ROTH, Norbert GATTERMAN und Rainer HAAS (Hrsg.). *Klinische Onkologie 2009/2010*. Bd. 1: *NHL. Leukämien. Bronchialkarzinome*. Düsseldorf 2009.

Stephan ROTH, Wolfgang JANNI, Carolin NESTLE-KRÄMLING und Wilfried BUDACH (Hrsg.). *Klinische Onkologie 2009/2010*. Bd. 2: *Mammakarzinom*. Düsseldorf 2009.

Stephan ROTH, Dieter HÄUSSINGER, Wolfram Trudo KNOEFEL und Helmut Erich GABBERT (Hrsg.). *Klinische Onkologie 2009/2010*. Bd. 3: *Gastroenterologische und Chirurgische Onkologie*. Düsseldorf 2009.

<sup>20</sup> Vgl. Satzung *düsseldorf university press* § 19 in der Fassung vom 7. Juli 2008.



- Stephan ROTH, Peter ALBERS und Wilfried BUDACH (Hrsg.). *Klinische Onkologie 2009/2010*. Bd. 4: *Uroonkologie*. Düsseldorf 2009.
- Dirk OLZEN, Helmut FRISTER und Stephan ROTH (Hrsg.). *Klinische Onkologie 2009/2010*. Bd. 5: *Medizinrecht in der Onkologie*. Düsseldorf 2009.
- Frances OLSEN, Alexander LORZ und Dieter STEIN (Hrsg.), *Law and Language: Theory and Society*. Düsseldorf 2008.
- H. Michael PIPER (Hrsg.). *Neues aus der Wissenschaft. Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2008/2009*. Düsseldorf 2010.
- Alfons LABISCH und Christoph AUF DER HORST (Hrsg.). ... *aus der Apotheke des Poeten. Heinrich Heine (nicht nur) für Studierende*. Düsseldorf 2008.
- Hans SÜSSMUTH (Hrsg.). *Polen 2008. Kurswechsel mit Donald Tusk*. Düsseldorf 2008.
- Hans-Christian RABENHORST. *Service-Erwartungen und Leistungsbündel in Chemie-Clustern*. Düsseldorf 2008.
- Lars TAIMER. *Verhaltensorientiertes Sanierungsmanagement*. Düsseldorf 2008.

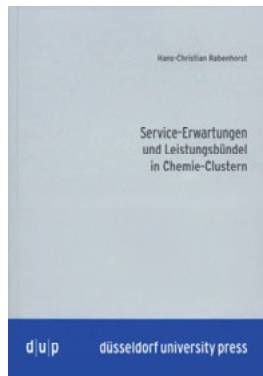
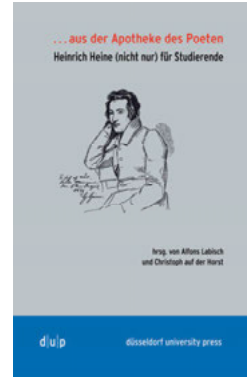
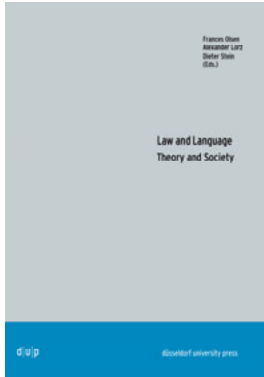
### **Wissenschaftliche Ratgeber:**

- Birgit und Heinz MEHLHORN. *Gefahren für Hund und Halter*. Düsseldorf 2008.
- Birgit und Heinz MEHLHORN. *Zecken auf dem Vormarsch!* Düsseldorf 2009.
- Birgit und Heinz MEHLHORN. *Läusealarm*. Düsseldorf 2009.

### **Literatur**

- BAUER, Bruno (2006). „Kommerzielle Open Access Publishing-Geschäftsmodelle auf dem Prüfstand: ökonomische Zwischenbilanz der ‚Gold Road to Open Access‘ an drei österreichischen Universitäten“. <http://de.scientificcommons.org/20871138> (18.11.2009).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (2002). „Strategisches Positionspapier. Information vernetzen – Wissen aktivieren“. [http://www.bmbf.de/pub/information\\_vernetzen-wissen\\_aktivieren.pdf](http://www.bmbf.de/pub/information_vernetzen-wissen_aktivieren.pdf) (15.11.2009).
- GRÜB, Birgit (2006). *Gründung von Universitätsverlagen am Beispiel der Universität Mannheim*. Mannheim.
- HALLING, Thorsten und Jörg VÖGELE (Hrsg., 2007). *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf 1907–2007*. Düsseldorf.
- HILBERER, Thomas (2001). „Gründung eines elektronischen Hochschulverlages auf Verbund-Ebene. Vorüberlegungen und Thesen“, *Bibliotheksdienst* 35(12), 1629–1632.
- HOCHSCHULREKTORENKONFERENZ (2002). „Empfehlung des 198. Plenums vom 5. November 2002. Zur Neuausrichtung des Informations- und Publikationssystems der deutschen Hochschulen“. [http://www.hrk.de/de/download/dateien/Empfehlung\\_Bibliothek.pdf](http://www.hrk.de/de/download/dateien/Empfehlung_Bibliothek.pdf) (15.11.2009).
- MICHEL, Petra (2007). *Ein Investitions-Finanzierungs-Modell zur Bewertung innovativer Ausgründungen aus Universitäten*. Düsseldorf. (Düsseldorfer Schriften zur Finanzierung und Investition; 10)
- WILLHARDT, Rolf (2008). „düsseldorf university press: Universitätsverlag gegründet“, *MAGAZIN der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf* 2, 10.

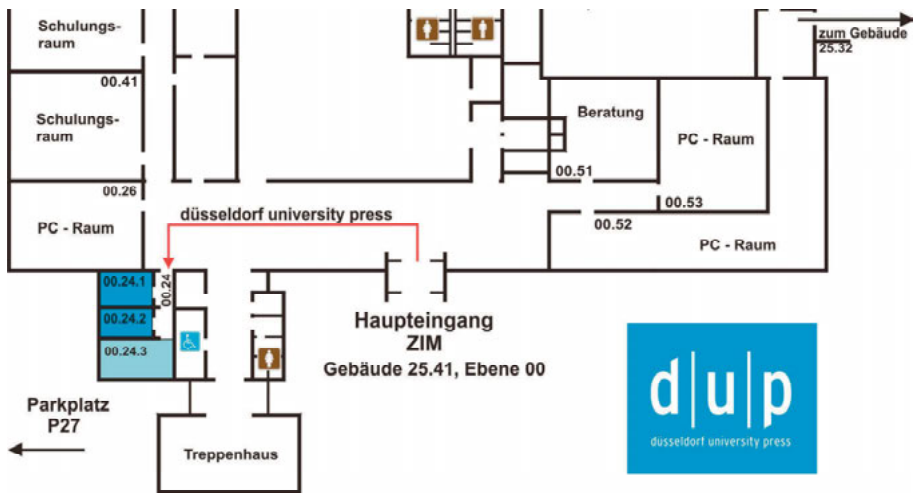




**düsseldorf university press GmbH**

im Zentrum für Informations- und Medientechnologie (ZIM)  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Gebäude 25.41.00.24.1 und 2  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf



**Zentrale Einrichtungen der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



# **Zentrale Universitätsverwaltung**





## **JAN GERKEN**

### **Der Umstieg auf das kaufmännische Rechnungswesen: Die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf nutzt als Vorreiter die Chancen der Hochschulautonomie**

Rund 16.500 Studierende, knapp 2.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ein Haushaltsvolumen von mehr als 230 Millionen € zuzüglich rund 50 Millionen € Drittmittel – das sind einige Kennzahlen der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. In Forschung und Lehre hat sich die Universität ehrgeizige Ziele gesetzt: Auf ausgewählten Forschungsfeldern wie zum Beispiel in den Lebenswissenschaften mit den Anwendungsbereichen Medizin und Biologie/Biotechnologie will sie mit den weltbesten Universitäten und Forschungseinrichtungen konkurrieren und den Studierenden eine exzellente Lehre bieten.

#### **Hochschulplanung und -management gewinnen an Bedeutung**

Um diese Ziele zu erreichen, ist ein modernes Hochschulmanagement erforderlich. Das gilt insbesondere deswegen, weil sich der Wettbewerb um die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und um die Studierenden verschärft. Gleichzeitig werden die zu verteilenden Mittel knapper. Für die Universität bedeutet das, wirtschaftlicher zu agieren und sich stärker an betriebswirtschaftlichen Kriterien zu messen. Die zunehmende Ökonomisierung in den Bereichen Forschung und Lehre erfordert ein adäquates Hochschulmanagement und ein Rechnungswesen, das den heutigen und künftigen Informations- und Steuerungsanforderungen gerecht wird. Das gewährleistet nur eine auf die Bedürfnisse einer Hochschule ausgerichtete doppelte Buchführung, die in Düsseldorf als integrierte Verbundrechnung (IVR) implementiert wird. Sie ermöglicht nationale und internationale Vergleiche und liefert – ohne erheblichen Abgrenzungsaufwand – eine fundierte Datenbasis für die Kosten- und Leistungsrechnung (KLR). Nicht zu vergessen ist, dass sich die Hochschule über das neue Rechnungswesen in Verbindung mit einem testierten Jahresabschluss die Möglichkeit erschließt, gemäß § 5 der Verordnung über die Wirtschaftsführung der Hochschulen in Nordrhein-Westfalen (HWFVO) Kredite aufzunehmen. Und auch das wird im Wettbewerb an Bedeutung gewinnen, insbesondere wenn man an umfassende Baumaßnahmen denkt, die von der Universität – eigentlich Mieterin der Immobilien vom Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes Nordrhein-Westfalen (BLB) – in Form von Eigenanteilen (wie zum Beispiel im Rahmen des Hochschulmodernisierungsprogramms (HMoP) des Landes Nordrhein-Westfalen) mitzufinanzieren sind oder in Form von Baukostenzuschüssen anteilig mitfinanziert werden können. Denn moderne Forschung und Lehre braucht eine entsprechende Infrastruktur.

#### **Das Hochschulfreiheitsgesetz schafft die Voraussetzungen**

Mit dem Hochschulfreiheitsgesetz (HFG), das am 1. Januar 2007 in Kraft getreten ist, hat der Landesgesetzgeber eine umfassende Reform des staatlichen Hochschulwesens in

Nordrhein-Westfalen angestoßen. Die zuvor staatlichen Hochschulen haben nun als Körperschaften des öffentlichen Rechts in der Trägerschaft des Landes echte Autonomie und Eigenverantwortung erhalten. Der Staat zieht sich aus der Detailsteuerung zurück und stärkt das eigenverantwortliche Handeln der Hochschulen, die durch das HFG weitreichende Kompetenzen für Finanz-, Personal- und Organisationsentscheidungen erhalten haben. Darüber hinaus haben die Hochschulen neue Möglichkeiten, unternehmerisch tätig zu werden, sich etwa an Unternehmen zu beteiligen oder selbst Firmen zu gründen.

Vor diesem Hintergrund verbinden die Ziel- und Leistungsvereinbarungen (ZLV) der dritten Generation, die das Land Nordrhein-Westfalen mit jeder Hochschule für den Zeitraum 2007 bis 2010 abgeschlossen hat, die Perspektiven der einzelnen Hochschule mit dem wissenschafts- und forschungspolitischen Gesamtinteresse des Landes, was unter anderem die Forschungsschwerpunkte, die Zahl der Studienplätze im jeweiligen Studienbereich, die Frauenförderung sowie die Professionalisierung des Wissenstransfers betrifft.

Die Heinrich-Heine-Universität sieht in dieser Veränderung Herausforderung und Chance zugleich. Die neuen Möglichkeiten will sie zielgerichtet nutzen, auch um sich als *First Mover* eine gute Ausgangsposition im Wettbewerb zu verschaffen. Insbesondere mit der Umstellung der Kameralistik auf die kaufmännische Buchführung zum Januar 2009 hat die Heinrich-Heine-Universität die verwaltungstechnischen Voraussetzungen hierfür geschaffen – als erste Universität in Nordrhein-Westfalen.

## **Die Universität steigt auf den neuen Rechnungsstil um**

Dabei ist die kaufmännische Buchführung oder die in Düsseldorf praktizierte IVR kein Selbstzweck. Um als moderne Hochschule eigenverantwortlich auf den Zukunftsmärkten zu agieren und die anvisierten Ziele in Forschung und Lehre mit den dafür notwendigen Mitteln unterstützen zu können, reichen die Werkzeuge der kameralen Haushaltsführung nicht aus. Zudem gewinnt die strategische Finanzplanung für eine Universität mehr und mehr an Bedeutung. Dabei müssen die strategischen Entwicklungsziele mit konkreten Ressourcenaussagen gekoppelt werden. Denn jede Zielplanung impliziert finanzielle Aspekte, die fundiert betrachtet und bewertet werden müssen. Für die Informationstechnik (IT) erwachsen hieraus komplexe Aufgaben, die bewältigt werden müssen, um für die sich rasch ändernden Anforderungen aus dem Geschäft richtig aufgestellt zu sein. Dabei gilt es, die Entwicklung der IT-Kosten sinnvoll zu steuern und dabei eine hohe Qualität der IT-Serviceerbringung zu erhalten. Und hierfür sind moderne IT-Lösungen erforderlich, die in die ganzheitliche Universitätsstrategie in Bezug auf die Bereiche Information, Kommunikation und Medien (IKM-Versorgungskonzept) passen müssen. Das übergeordnete Ziel der IKM-Strategie ist die effiziente Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik sowie von Medien und der dazu erforderlichen Infrastruktur zur Verbesserung der Leistungen in Forschung, Lehre und Verwaltung.

## **Die integrierte Verbundrechnung**

Die integrierte Verbundrechnung ist ein ganzheitlicher Ansatz für das Rechnungswesen des öffentlichen Sektors (*public sector*). Sie setzt sich zusammen aus den vier Komponenten (Rechnungssichten)

- Ergebnisrechnung,
- Vermögens- und Bestandsrechnung,
- Kosten- und Leistungsrechnung und
- Finanzrechnung.

Die Vermögens- und die Ergebnisrechnung bilden zusammen das System der kaufmännischen Buchführung (Doppik). Innerhalb der integrierten Verbundrechnung sind die Komponenten so miteinander verbunden, dass alle Daten eines jeden einzelnen Buchungsvorgangs bei der so genannten Kontierung an die betreffenden Rechnungen übergeben werden.

### **Die Verwaltungsreorganisation schafft organisatorische Voraussetzungen**

Ein wichtiger Baustein auf dem Weg zu einem modernen Hochschulmanagement war die Verwaltungsreorganisation, die in Düsseldorf im Jahr 2007 angestoßen wurde in Verbindung mit dem teilweise schon abgeschlossenen Generationswechsel auf der Führungskräfteebene der Zentralen Universitätsverwaltung. Sie hat dazu beigetragen, effiziente Abläufe zu etablieren. Zugleich wurden damit die Anforderungen des HFG organisatorisch aufgenommen. In Bezug auf die Umstellung des Rechnungswesens und die Einführung einer neuen IT-Lösung für diese Aufgabenstellung lag ein wichtiger Baustein darin, die Mitarbeiter in der Datenverarbeitung der Zentralen Universitätsverwaltung, die sich vor allem um den Betrieb der verschiedenen im Einsatz befindlichen Altlösungen kümmerten, aus dem vormaligen Planungsdezernat herauszulösen und in die bestehenden Strukturen des Zentrums für Informations- und Medientechnologie zu integrieren. Eine Bedingung war dabei allerdings, dass im neuen Dezernat für Hochschulmanagement eine Kernkompetenz an IT-Fachkräften verbleibt, die sich um Themen wie Data-Warehousing, Evaluationssysteme für Forschung und Lehre sowie um das Berichtswesen kümmern.

### **Der Aufbau einer zentralen Buchhaltung**

Außerdem wurde die ehemalige Universitätskasse aufgelöst und eine neue Abteilung „Zentrale Buchhaltung“ im Finanzdezernat gegründet. Ein Vorteil am Rande lag darin, dass mit der neuen Abteilungsleiterin eine Mitarbeiterin aus der Wirtschaft gewonnen werden konnte, die über umfassendes Know-how in Bezug auf die kaufmännische Buchführung verfügt. Entscheidend war auch eine wichtige Aufgabenverlagerung: Die strategische Finanzplanung wurde im Dezernat für Hochschulmanagement in der neuen Abteilung „Finanzplanung und Controlling“ gebündelt, während sich das Finanzdezernat um das operative Buchungsgeschäft kümmert. Gleichzeitig sind im Dezernat für Finanzen auch neue Aufgabenfelder wie zum Beispiel die Patentverwertung oder die Steuerangelegenheiten angesiedelt. Noch nicht abgeschlossen ist die Reorganisation im Dezernat für Gebäudemanagement, das unter anderem auch für die Bauentwicklungsplanung mit dem BLB zuständig ist. Da gerade hier die Planungskompetenz auch vor dem Hintergrund des Wettbewerbs um die besten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler deutlich ausgebaut werden muss – moderne Forschung und Lehre brauchen eine entsprechende Infrastruktur –, gilt es, hier geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen.

## **Die IT-Lösung muss in die IKM-Strategie passen**

Die Wettbewerbsfähigkeit einer modernen Hochschule hängt unmittelbar von der Qualität der IKM-Strategie ab. Deshalb hat die Heinrich-Heine-Universität bei der Auswahl einer geeigneten IT-Lösung für die Aufgabenstellung von Anfang an darauf geachtet, ein zukunftsfähiges System einzusetzen, das sowohl das kamerale als auch das kaufmännische Verfahren parallel und ohne Mehraufwand abbilden kann und das sich am Markt bewährt hat. Gleichzeitig wurde bei der Softwareauswahl mit Blick auf die IKM-Strategie der Universität darauf geachtet, eine integrierte Software einzuführen, die perspektivisch auch das Personalwesen und das Dokumentenmanagement im Sinne eines ganzheitlichen Verwaltungsmanagements aufnehmen kann.

## **Die Entscheidung für MACH®**

In einer europaweiten Ausschreibung im Verhandlungsverfahren (Veröffentlichung am 6. Dezember 2007) entschied sich die Heinrich-Heine-Universität schließlich im März 2008 für die Lösung der MACH® AG. Projektstart war der 1. April 2008. Die Laufzeit des Projekts war auf neun Monate ausgelegt, da ab dem 1. Januar 2009 doppisch gebucht werden sollte. Das MACH®-System bietet neben einer testierten Finanzbuchhaltung mit automatisierter Verarbeitung von Umsatzsteuern eine transparente Kosten- und Leistungsrechnung inklusive Vollkostenrechnung sowie umfangreiche Funktionen zur Drittmittelverwaltung. Für die Heinrich-Heine-Universität war es zudem wesentlich, mit einem Hersteller einer in Lehr- und Forschungseinrichtungen erprobten Standardsoftware zusammenzuarbeiten, der in der Lage ist, auch kurzfristig spezifische Änderungen aus Düsseldorf umzusetzen. Überzeugt hatte dabei vor allem die Projektkompetenz des Unternehmens, das bei anderen Universitäten in vergleichbaren Aufgabenstellungen bewiesen hatte, mit einem schlüssigen Konzept Projekte zügig und zuverlässig zum Erfolg zu führen. Insbesondere das Beispiel der Technischen Universität Kaiserslautern, die das IT-Projekt zum Umstieg auf die Doppik in nur vier Monaten realisieren konnte, war eine überzeugende Referenz. Darüber hinaus überzeugte auch das MACH®-Projektteam (Projektleiter und -mitarbeiter) bei den Vorstellungsrunden, das sich schnell in die konkrete Aufgabenstellung vor Ort eindenken konnte. Neben der MACH® AG konnte mit der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft KPMG ein weiterer (beratender) Partner für den Umstellungsprozess gewonnen werden.

## **Die Projektorganisation**

Die Aufbauorganisation des Projekts stellte sich wie folgt dar:

- Lenkungsausschuss,
- zwei Projektpartner (Projektmanager),
- Projektteam und
- erweitertes Projektteam.

Dem Lenkungsausschuss gehörten der Kanzler der Heinrich-Heine-Universität, der Leiter des Zentrums für Informations- und Medientechnologie, der Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, die beiden Projektpartner sowie ein Vertreter der KPMG (als beratendes Mitglied) an. Der Lenkungsausschuss hatte die letzte Entscheidungskompetenz

sowie die Gesamtverantwortung im Projekt. Die beiden Projektpartner waren jeweils ein verantwortlicher Entscheider bei der Heinrich-Heine-Universität und bei der MACH® AG, die für das Projektcontrolling zuständig waren. Den beiden Projektleitern oblag die Verantwortung für die operative Projektdurchführung. Das Projektteam bestand aus Mitgliedern der Heinrich-Heine-Universität und der MACH® AG. Das Projektteam der Heinrich-Heine-Universität setzte sich zusammen aus einem Kernteam (Projektleitung und zentrale Ansprechpartner aus verschiedenen Fachabteilungen) und einem erweiterten Projektteam (weitere Ansprechpartner aus den Abteilungen, die von der Einführung der neuen Software berührt werden). Das MACH®-Projektteam bestand aus einem Projektleiter, drei anwendungs-fachorientierten Projektteammitgliedern sowie aus weiteren Teilprojektteammitgliedern des Bereichs IT-Technik.

Das Projekt gliederte sich in insgesamt vier Teilprojekte:

- Finanzen,
- Logistik,
- Kosten- und Leistungsrechnung und
- Informationstechnik.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor war die klare Aufgaben- und Verantwortungsabgrenzung zwischen allen Beteiligten im Projekt.

## **Effiziente Arbeitsunterstützung durch die neue Software**

Natürlich befindet sich die Heinrich-Heine-Universität noch in einem frühen Stadium der Veränderung. Das gilt insbesondere deswegen, weil man sich im Vorgehen dazu entschieden hat, Optimierungen im laufenden Prozess zu realisieren. Doch bereits in den ersten Monaten des Produktivbetriebs können die Anwender den Nutzen des neuen Systems spüren. Denn die Software bietet in der täglichen Arbeit eine effiziente Arbeitsunterstützung und zeichnet sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit (*usability*) aus. Der Maskenaufbau ist einheitlich, so dass sich die Benutzer schnell zurechtfinden. Nach überschaubaren Schulungseinheiten können die Anwender das System gut bedienen. Die Buchhaltung läuft heute transparenter und differenzierter als im „Altsystem“. Durch eine Vielzahl möglicher Voreinstellungen sowie Plausibilitätsprüfungen wurde für die fast ausschließlich kameral ausgebildeten Buchungskräfte die Umstellung von der Kameralistik auf die Doppik erleichtert. Internes und externes Rechnungswesen laufen integriert bei einmaliger Dateneingabe und ohne Schnittstellen. Zuvor waren Kostenrechnung und Buchhaltung beziehungsweise Haushalt voneinander abgekoppelt.

## **Weitere Modernisierungsschritte im IT-Bereich im Visier**

Nach der erfolgreichen Einführung der kaufmännischen Buchführung hat die Universitätsleitung in Bezug auf die IT-Unterstützung mit dem Erwerb einer Campuslizenz für alle Module der MACH®-Software inzwischen die Weichen für weitere Modernisierungsschritte gestellt. Somit kann sich die Universität die Möglichkeiten des Systems auch im Personalwesen, im Dokumentenmanagement und in der elektronischen Vorgangsbearbeitung und Aktenführung erschließen. Bereits im Herbst 2009 plant die Heinrich-Heine-Universität, im Personalwesen den Umstellungsprozess auf die integrierte Software zu

starten. Im Jahr 2010 sollen die elektronische Beschaffung mit der webbasierten Marktplatzlösung von MACH® und das Vertragswesen mit MACH® InformationManager optimiert werden. Nachdem die Düsseldorfer bereits im Finanzwesen Vorreiter in Nordrhein-Westfalen waren, zeigen sie sich auch in Bezug auf die IKM-Strategie fortschrittlich und wettbewerbsorientiert.

# **Universitäts- und Landesbibliothek**





**IRMGARD SIEBERT**

**Sammelleidenschaft und Kulturförderung.  
Die Schätze der Universitäts-  
und Landesbibliothek Düsseldorf<sup>1</sup>**

**Eine kurze Geschichte der Bücherliebe und Sammelleidenschaft**

„Wenn du einen Garten und dazu noch eine Bibliothek hast, wird es dir an nichts fehlen“. Das ist die Quintessenz, die Cicero aus dem Leben auf seinem Landgut Tusculum zog, wo er eine erlesene Bibliothek besaß.<sup>2</sup> „Die Bücher“, schreibt Cicero in einem seiner Briefe, „sind die besten Freunde des unterrichteten, tätigen Mannes [ . . . ]. Seine Bibliothek ist ihm ein Ort des Genusses, des Selbstvergessens und der Kontemplation, kurz: das Heiligtum seiner Gedanken.“<sup>3</sup>

In der Zeit der Römischen Republik war die Privatbibliothek und damit die private Büchersammlung zunächst von bescheidener Größe. Die Bibliothek des Calpurnius Piso in Herculaneum zum Beispiel war drei mal drei Meter groß und verfügte über circa 2.000 Papyrusrollen vorwiegend philosophischen Inhalts. Dass ihr Besitzer am Inhalt und nicht an äußerlicher Pracht interessiert war, belegt die Tatsache, dass er beim Versuch, seine Bibliothek in Tragebehälter zu verstauen, um sie vor den drohenden Lavamassen zu retten, überrascht wurde und zusammen mit seiner Bibliothek unterging.<sup>4</sup>

Doch schon in der Kaiserzeit wurde der Besitz von Privatbibliotheken zu einer Mode aller Großen, wie Jacob Burckhardt schreibt. Ihre aufwändige Einrichtung wurde zum selbstverständlichen Status eines jeden begüterten Haushalts, was sich unter anderem daran zeigte, dass aus Gold beziehungsweise Silber gefertigte Büsten in den Bibliotheksräumen aufgestellt wurden. Desgleichen waren Wandmalereien und Reliefs verbreitet. Die Aufbewahrung der Schriftrollen erfolgte nicht mehr nur in einfachen offenen Wandregalen, sondern auch in verschließbaren Schränken, die mitunter mit teurem afrikanischem Citrusholz und Elfenbeinintarsien verziert waren.<sup>5</sup> Die Spätantike hat – wie nicht anders zu erwarten – diesen Trend weiter auf die Spitze getrieben und die luxuriöse Ausstattung der Bibliotheken perfektioniert.

Erstaunlich früh erfolgte die Öffnung der privaten Sammlungen für die Allgemeinheit. Bei Plutarch erfahren wir, dass die prachtvolle Bibliothek des römischen Feldherrn Lucullus (circa 117–57 vor Christus) über Lesesäle und Gänge zum Flanieren verfügte.

Die Einrichtung seiner Bibliothek verdient Lob und Ruhm, denn er sammelte kostbare Manuskripte in grosser Zahl, und der Gebrauch, dem er sie zuführte, war noch grossartiger als der

---

<sup>1</sup> Überarbeitete Fassung eines Vortrags, gehalten am 2. April 2009 im Rahmen der Reihe „Forschung für den Menschen“ im Heinrich-Heine-Institut Düsseldorf.

<sup>2</sup> Zitiert nach: Willms (1978: 13).

<sup>3</sup> Zitiert nach: Presser (1978: 4).

<sup>4</sup> Vgl. Willms (1978: 12).

<sup>5</sup> Vgl. Willms (1978: 12 f.).

Erwerb. Seine Bibliothek blieb nämlich immer offen, die Gänge und Lesesäle frei zugänglich für alle Griechen, welche denn auch entzückt von ihren übrigen Beschäftigungen abliessen und dorthin eilten wie zum Wohnsitz der Musen. Da wandelten sie dann auf und ab und unterhielten sich miteinander. Er selbst verbrachte dort viele seiner Stunden, disputierte auf den Wandelgängen mit den Gelehrten und gab Ratschläge an die Politiker, die darum nachsuchten. So wurde sein Haus ein eigentliches Heim und etwas wie ein griechisches Prytaneum für jene, die Rom besuchten. Er war allen Arten der Philosophie zugetan und erwies sich durchweg als belesener Kenner.<sup>6</sup>

Die Leidenschaft für das Leben mit Büchern und das Interesse an ihren Inhalten, die Cicero getrieben hatte, wiederholte sich am entschiedensten bei Petrarca und den Humanisten. Die von der Wiederentdeckung der Antike begleiteten und motivierten großen Passionen der Renaissance, Bücher und Bauten,<sup>7</sup> führten zu einem welthistorisch vermutlich einmaligen Kult des Buches, der Sammlung von Büchern und der Bibliotheken. Dies alles geschah in einer Zeit, in der der Buchdruck noch nicht erfunden war, das heißt die Einrichtung von Bibliotheken die Beschäftigung von Kopisten und Übersetzern erforderte,<sup>8</sup> also extrem aufwändig und teuer war.

Petrarca war es, schreibt Johannes Willms in seinem Buch *Bücherfreunde, Büchernarren – Entwurf zur Archäologie einer Leidenschaft*, der aus dem alleinigen Umgang mit seinen Büchern, die er als seine Freunde anredete, in der Abgeschiedenheit seiner ländlichen Existenz in der Vaucluse einen wahren Kult stoischer Philosophie machte. Er schuf damit, heißt es weiter, in enger Anlehnung an den von ihm verehrten Cicero ein Vorbild für eine *Vita contemplativa*, das heute für einen jeden Freund des Buches nichts von seinem Reiz eingebüßt hat.

In dem im 18. Jahrhundert geschriebenen Traktat *De la Bibliomanie* wird die Freude an Büchern als das Köstlichste bezeichnet. Sein Autor Louis Bollioud-Mermet schreibt:

Vor allem an ländlichen Orten und in der Einsamkeit geschieht es, dass im majestätischen Schweigen der Natur und bei einer ausgewählten Lektüre in uns eine Stimme sich vernehmen lässt, die uns auf uns selbst besinnen heisst, die uns unsere Irrtümer spüren lässt und uns an unsere Pflichten gemahnt [. . .]. Welches Wohlbefinden verspürt man doch, wenn man sich bisweilen dem lärmenden Getriebe der Städte, dem Drang der Geschäfte oder dem nur zu häufig frivolen oder unpassenden Geschwätz der Lebenden entziehen kann, um mit den berühmten Toten Umgang zu pflegen, von ihnen zu lernen, mit ihnen nachzusinnen oder ihre Maximen zu bedenken und aus ihren Ratschlägen Nutzen zu ziehen. Nichts wird dem fehlen, der sich dieser Vorteile zu bedienen versteht.<sup>9</sup>

Der vermutlich bekannteste und am besten erforschte Büchersammler des 20. Jahrhunderts ist Aby Warburg. Aufgewachsen in einer Hamburger Bankiersfamilie erbat er sich als Erbe nicht etwa einen Posten in der Bank oder eine Auszahlung, sondern die Genehmigung, sich jedes gewünschte Buch kaufen zu können. Die Familie respektierte und erfüllte diesen Wunsch und schuf damit die materielle Basis für die berühmte, zuletzt 20.000 Bände umfassende kulturhistorische Bibliothek Aby Warburg. Sie entwickelte sich in den 1920er Jahren zu einem Zentrum kulturhistorischer Forschung, das von Studierenden und

<sup>6</sup> ETH-Bibliothek Zürich (2005: 74).

<sup>7</sup> Vgl. Burckhardt (1976: 177).

<sup>8</sup> Zum Zusammenhang vgl. Burckhardt (1976: 176 f.).

<sup>9</sup> Willms (1978: 14).

Wissenschaftlern der Universität Hamburg, darunter auch Erwin Panofsky und Ernst Casirer, intensiv genutzt wurde und noch wird.

Aby Warburg war kein Bibliophiler im engeren Sinn. Er schätzte jedoch, vermutlich aus Gründen der Übersichtlichkeit, die Form des Buches über alles. Deshalb hat er Separata und Zeitungsartikel binden lassen. Ansonsten war das Buch für Warburg die wichtigste Größe für das wissenschaftliche Arbeiten. Warburgs Sammelleidenschaft richtete sich also nicht auf das Wertvolle und Seltene, sondern auf das Wissen, das Bücher vermitteln.

Zu den ihre Buch- und Bibliotheksleidenschaft am meisten reflektierenden und immer wieder darüber publizierenden Zeitgenossen zählt Umberto Eco. Das Anfang 2009 im Hanser-Verlag erschienene Werk *Die Kunst des Bücherliebens* ist eine interessant zu lesende Hymne auf das gedruckte Buch, das, so Eco, für den gebildeten Menschen unentbehrlich sei, weil es der Feind des Vergessens sei und den Grund der Erinnerung bilde, Identität und Sinn stifte und Brücken baue zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Uneingeschränkt bekennt sich Eco zu der schon 1344 von Richard de Bury in seinem *Philobiblion* niedergelegten Buchleidenschaft:

Die Bücher entzücken uns, wenn uns das Glück lacht, sie trösten uns, wenn uns das Unglück zu quälen scheint. Sie bekräftigen menschliche Abmachungen und Bräuche, und ohne sie wird nicht ernsthaft Recht gesprochen. Künste und Wissenschaften wohnen in den Büchern, und kein Geist kann sagen, welchen Nutzen er aus ihnen allen zu ziehen vermag. Wie hoch muß man die wunderbare Macht der Bücher schätzen, da wir durch sie sowohl die Grenzen der Erde als auch der Zeit entscheiden können. Wir betrachten in ihnen, wie in einem Spiegel der Ewigkeit, die Dinge, die sind, und die Dinge, die nicht sind. In Büchern überschreiten wir die Berge und messen die Tiefe der Abgründe. In Büchern erkennen wir die Arten der Fische, die zahlreicher sind als die der Vögel. Aus Büchern lernen wir Quellen, Flüsse und Landschaften im einzelnen kennen. Durch Bücher unterscheiden wir die verschiedenen Metalle und kostbaren Steine und erfahren Stoff und Wesen jedes Minerals. Wir lernen die Natur der Pflanzen, der Bäume und Kräuter kennen sowie der ganzen Sippe des Neptun, der Ceres und des Pluto. Gefällt es uns, die Bewohner des Firmaments zu besuchen, so bringen wir uns den Taurus, den Kaukasus und den Olymp mit Hilfe der Bücher herbei. Wir versetzen uns in das Reich der Juno und messen mit Hilfe von Faden und Zirkel die Territorien der sieben Planeten. So gelangen wir in das letzte Firmament, das herrlich im Schmuck der Zeichen, Grade und Bilder erscheint, entdecken den südlichen Pol, den kein Auge je gesehen, kein Ohr gehört hat, und bewundern verzückt die leuchtende Bahn der Milchstraße und den in himmlischen Tieren gemalten Zodiak. Mit Hilfe der Bücher nähern wir uns den körperlichen Wesenheiten und höheren Intelligenzen, und mit dem Auge des Geistes erkennen wir die Causa Prima und den Unbewegten Beweger [. . .].<sup>10</sup>

Nach diesem kleinen Exkurs zum Thema Bücherliebe und Sammelust soll im Folgenden der Frage nachgegangen werden, auf welche Weise Schätze in Bibliotheken gelangen. Selten sind diese Schätze, zumindest heute, wo es den Typus des Gelehrtenbibliothekars kaum noch gibt, Resultat des planvollen Sammelns einer Bibliothek. Vielmehr gelangen die in der Regel von Herrschern, Kirchen oder Privatleuten zusammengetragenen Sammlungen irgendwann in eine Bibliothek, damit sie den individuellen Tod des Sammlers überdauern. Dort werden sie entweder auf den Gesamtbestand verteilt oder – unter besseren Umständen – als Einheit erhalten.

„Es liegt in der Natur der Sache“, schreibt dazu Wulf D. von Lucius in seinem Werk *Büchereidenschaft – Vom Sammeln*, „daß die allermeisten Bücher, die ein Sammler erwirbt, davor

<sup>10</sup> Eco (2009: 65).

schon Bestandteil anderer Sammlungen waren, die Bücher wandern in der Regel im Rhythmus des menschlichen Generationenwechsels von Hand zu Hand [. . .]“. Und an anderer Stelle heißt es:

Alle großen Bibliotheken der Neuzeit enthalten zahllose einstmals selbständige Sammlungen, die durch Ankauf oder Vermächtnis in sie übergegangen sind und nun als „Bibliothek in der Bibliothek“ stehen – nicht selten dreifach oder vierfach ineinandergeschachtelt. In glücklichen Fällen werden solche Bibliotheken in der Bibliothek als gesondert aufgestellte Bestände bewahrt und sind damit wichtige Quellen kultur- und geistesgeschichtlicher Forschung. Häufiger aber wurden solche zugeflossenen Bibliotheken in den bereits vorhandenen Bestand integriert, die Doubletten zu schon vorhandenen Stücken verkauft, so daß der originale Sammlungsbestand nur mühsam – oft nicht mehr befriedigend – rekonstruiert werden kann.<sup>11</sup>

### **Sammlungen in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf**

In der noch sehr jungen Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf vermutet der erfahrene Bibliothekskenner zunächst gar keine Schätze. 40 Jahre sind – sofern man nicht über außerordentlich hohe finanzielle Mittel verfügt – für eine Bibliothek nicht hinreichend, um bedeutende Schätze zu akkumulieren. Dass dies im Falle der Bibliothek der Heinrich-Heine-Universität jedoch anders ist, ist darauf zurückzuführen, dass der heutigen Universitäts- und Landesbibliothek bei der Gründung im Jahr 1970 der größte Teil des 200 Jahre alten Bestands der ehemaligen Düsseldorfer Landes- und Stadtbibliothek zugesprochen wurde. Sieben Jahre später, 1977, wurden auch die wertvollen Handschriften und Inkunabelbestände der Vorgängereinrichtung in die neue Universitätsbibliothek überführt. Deshalb verfügt sie über einen Schatz, der nach Ansicht des ehemaligen Leiters dieser Sammlung „in seiner Gesamtheit der wohl größte und bedeutendste historische Buchbestand“ in Nordrhein-Westfalen ist.<sup>12</sup>

Er umfasst, um nur das Wichtigste zu benennen, 450 mittelalterliche Handschriften, 1.000 Handschriftenfragmente, 1.000 Inkunabeln, 4.200 Drucke des 16. Jahrhunderts, 7.000 Drucke des 17. Jahrhunderts, darüber hinaus diverse Nachlässe, Sammlungen von Theaterzetteln und Bühnentexten, Schulprogramme und vieles andere mehr.

Der wertvollste Teil des Altbestandes stammt aus den im Zuge des Reichsdeputationshauptbeschlusses 1803 aufgelösten Kloster-, Stifts- und Konventsbibliotheken – insgesamt vermutlich aus mehr als 40 Institutionen. Auf jeden Fall sind die Bestände der berühmtesten Klosterbibliotheken des Herzogtums Berg, des rechtsrheinischen Teils des Herzogtums Kleve, der Grafschaft Mark sowie der unter klevisch-märkischer Vogtei stehenden Reichsstifter Essen und Werden und später auch des Minoritenklosters der Reichsstadt Dortmund in die Vorgängereinrichtung und damit in die Universitäts- und Landesbibliothek gelangt.

### **Handschriften, Inkunabeln, „alte“ Bücher**

Die mit 400 Manuskripten außerhalb Kölns größte Sammlung an mittelalterlichen Handschriften in Nordrhein-Westfalen bewahrt die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf seit 1977 als Dauerleihgabe der Stadt. Die meisten stammen aus dem Kreuzbruderkonvent Düsseldorf (83), dem Kreuzbruderkonvent Marienfrede (65), der Zisterzienser-

<sup>11</sup> von Lucius (2001: 178).

<sup>12</sup> Finger (2001: 16).

abtei Altenberg (54), der Benediktinerabtei Werden (21) und dem Kanonissenstift Essen (17).

Bei dem überwiegenden Teil des Bestandes (350) handelt es sich um theologische, hagiografische und asketische Handschriften, nur wenige (35) sind philosophischen, historischen oder juristischen Inhalts. Eine der bekanntesten und schönsten Handschriften enthält den „Dialogus miraculorum“ (1219–1223) des Caesarius von Heisterbach (1180–1240). Es handelt sich um eine vielfach aus mündlichen Überlieferungen geschöpfte Sammlung von Wundergeschichten, die eine wertvolle Quelle für die mittelalterliche Kulturgeschichte bilden.

Handschriften sind die kostbarsten Werke einer Bibliothek, weshalb man von ihnen immer mit besonderer Ehrfurcht spricht. Das liegt vor allem daran, dass jedes Manuskript einzigartig und damit auch unersetzlich ist. Selbst wenn ein Kopist sich viel Mühe gab, das Original so getreu wie möglich zu kopieren, kam er nicht umhin, es dem Geschmack seiner Zeit anzupassen. Viele Handschriften sind sogar Kunstwerke im engeren Sinn. Sie enthalten reiche Verzierungen in Form von Miniaturen, üppigen Gestaltungen der Initialen, rubrizierten Überschriften und Zwischentiteln sowie prächtigen Zierbuchstaben. Über ihre ästhetischen Qualitäten hinaus sollen die Verzierungen in erster Linie die Textlektüre erleichtern, indem sie die Gliederung transparent machen und den Rhythmus des Textflusses kennzeichnen. Die Komplexität derartig gestalteter Handschriften steht in völligem Gegensatz zu der eintönigen Gleichmäßigkeit moderner Buchseiten. Es ist daher leicht nachvollziehbar, dass die Autoren des Werks *Das leuchtende Mittelalter* in diesem Kontext davon sprechen, dass die mittelalterliche Handschrift wie ein „triumphaler Vorläufer moderner Hypertexte und Multimedia-Editionen“<sup>13</sup> wirke.

In die Anfertigung umfangreicher Handschriften flossen nicht nur viele Monate oder Jahre eines Schreiberlebens, die Handschriften sind darüber hinaus durch und durch Natur, das heißt, man kann mit Fug und Recht sagen, sie entwickeln sich weiter, sie leben – allein schon deshalb, weil sie aus Teilen von Lebewesen gemacht sind: aus den Häuten von Schafen, tot geborenen Kälbern, Ziegen oder Hirschen. Holzbrettchen wurden für die Buchdeckel verwandt, in der Hand des Skriptors lagen Gänsefedern oder geschnittenes Schilfrohr, in der des Miniators Pinsel aus Marderhaar. Zerstoßener Gallapfel oder Knochenasche machten die Tinte schwarz, während Schnecken, Insekten und Pflanz Zubereitungen die Pigmente für die Malereien lieferten. Darüber hinaus leben Handschriften – wie gedruckte Bücher auch – dadurch, dass ihre Leser oder Besitzer sich in ihnen verewigen durch das Einbringen von Exlibris, durch Anstreichungen, Kommentare und viele andere Zeichen mehr.

Handschriften entstanden im Wesentlichen in der Zeit vor der Erfindung des Buchdrucks. Zu dieser Form der Buchproduktion, -vermehrung oder -vervielfältigung gab es zu dieser Zeit keine Alternative. Selbst ein geübter Schreiber schaffte kaum mehr als 200 Zeilen pro Tag, also rund fünf Seiten. Nach Fertigstellung einer Abschrift schloss der Schreiber den Text manchmal mit einer kurzen Formel ab, dem Kolophon, aus dem sich das Datum der Abschrift, eventuell der Name des Schreibers und seines Auftraggebers ergab. Es kommt aber auch vor, dass der Kopist aus Freude über den Abschluss der Arbeit

---

<sup>13</sup> Delarun (2006: 10).



Abb. 1: MS. 27, 2. Drittel 14. Jahrhundert, Pergament, 235 Blätter, Caesarius von Heisterbach, am Schreibpult sitzend, einen Novizen unterrichtend

Gott dankt oder seiner Erleichterung auf andere Art Ausdruck verleiht. So heißt es in einer Notiz eines Schreibers aus dem achten Jahrhundert:

O glücklichster Leser, wasche Deine Hände und fasse so das Buch an, drehe die Blätter sanft, halte die Finger weit ab von den Buchstaben. Der, der nicht weiß zu schreiben, glaubt nicht, daß dies eine Arbeit sei. O wie schwer ist das Schreiben: es trübt die Augen, quetscht die Nieren und bringt zugleich allen Gliedern Qual. Drei Finger schreiben, der ganze Körper leidet [. . .]<sup>14</sup>

Einzelheiten über die Stellung und Bewertung dieser Arbeit erfährt man in Burckhardts *Kultur der Renaissance*:

Unter den Kopisten nahmen diejenigen, welche Griechisch verstanden, die erste Stelle und den Ehrennamen Scrittori im vorzugsweisen Sinne ein; es waren und blieben ihrer wenige, und sie wurden hoch bezahlt. Die übrigen Copisti schlechtweg, waren teils Arbeiter, die einzig davon lebten, teils arme Gelehrte, die eines Nebengewinnes bedurften. Merkwürdigerweise waren die Kopisten von Rom um die Zeit Nikolaus' V. meist Deutsche und Franzosen, wahrscheinlich Leute, die etwas bei der Kurie zu suchen hatten und ihren Lebensunterhalt herausschlagen mußten. Als nun zum Beispiel Cosimo Medici für seine Lieblingsgründung, die Badia unterhalb Fiesole, rasch eine Bibliothek gründen wollte, ließ er den Vespasiano kommen und erhielt den Rat: auf den Kauf vorrätiger Bücher zu verzichten, da sich, was man wünsche, nicht vorrätig finde, sondern schreiben zu lassen; darauf machte Cosimo einen Akkord mit ihm auf tagtägliche Auszahlung, und Vespasiano nahm 45 Schreiber und lieferte in 22 Monaten 200 fertige Bände.<sup>15</sup>

Schön ist auch die Beobachtung Burckhardts, dass die Mühe, die man sich mit der möglichst edlen Gestaltung der Handschriften gemacht habe, Ausdruck der Ehrfurcht vor dem Inhalt der Bücher gewesen sei. Dieser über tausend Jahre währenden großen Ehrfurcht verdanken wir diese Schätze, die wir als Kunstwerke genießen. „Mit Freude und Wohlbehagen“, schreibt Helmut Presser in seinem *Buch vom Buch* etwas pathetisch, „ruht unser Auge auf diesen Seiten, noch ehe wir zu lesen beginnen. Der Buchmaler löst den Leser vom Alltag und teilt ihm die festliche Stimmung mit, die der heilige Text verlangt. Es ist ein Fest für die Augen, Prachthandschriften des Mittelalters zu betrachten.“<sup>16</sup> Man war diesem kostbaren Gut so verfallen, „daß die plötzlich auftauchenden gedruckten Bücher anfangs auf Widerstand stießen“. Federigo von Urbino beispielsweise, schreibt Jacob Burckhardt in der *Kultur der Renaissance*, hätte sich geschämt, ein gedrucktes Buch zu besitzen.<sup>17</sup>

Das ist vermutlich der Grund dafür, dass die ersten gedruckten Bücher, die nach der Erfindung der Buchdruckerkunst durch Gutenberg zwischen 1445 und 1480/1500 entstanden, sich hinsichtlich Schriftcharakter und Buchschmuck an den Handschriften orientierten. Teile des Drucks, wie zum Beispiel Kapitel- und Seitenüberschriften und Initialen, wurden anfangs sogar noch handschriftlich durch den Rubrikator ergänzt und erst im letzten Viertel des 15. Jahrhunderts eingedruckt. Bücher aus dieser Zeit bezeichnet man als Inkunabeln, Wiegendrucke; es handelt sich um Bücher aus der Zeit, wo die Druckkunst noch „in den Windeln“ lag. Für uns ist das ein großes Glück, weil wir auf diese Weise über einen umfangreichen Schatz an individuell gestalteten Büchern verfügen, die mit den heutigen normierten Drucken in keinsten Weise vergleichbar sind. Sie wurden indes

<sup>14</sup> Trost (1991: Einband).

<sup>15</sup> Burckhardt (1976: 180).

<sup>16</sup> Presser (1978: 12).

<sup>17</sup> Vgl. Burckhardt (1976: 181).

vor ihrem Verkauf nicht gebunden. Die in Fässern transportierten Bogen wurden erst vom Käufer nach eigenem Geschmack mit individuellen Einbänden versehen und gegebenenfalls zusätzlich ausgemalt. Unter diesen Frühdrucken befinden sich viele Chroniken, von denen die Weltchronik des Hartmann Schedel (1493) zu den verbreitetsten gehörte. Das erwachte Interesse an den Naturwissenschaften rief Pflanzen-, Tier-, und Destillierbücher hervor. Die Pflanzenbücher waren zugleich Arzneibücher, denn bei jeder Pflanze wurde angegeben, welche Krankheiten man mit ihrer Hilfe heilen konnte.<sup>18</sup>

Dieser individuelle Charakter des gedruckten Buches geht auch nach der „Inkunabelzeit“ nicht völlig verloren. Paul Raabe spricht davon, dass es bei allen Büchern, die zwischen 1450 und 1830 gedruckt wurden, gewagt sei, von Dubletten zu sprechen. Die gesamte Produktion dieser Zeit zeichne sich dadurch aus, dass sie handgesetzt sei, auf geschöpftem Papier erfolge, eine niedrige Auflage bis höchstens 1.000 Exemplare habe und von individueller Qualität sei, da noch während des Herstellungsprozesses Korrekturen und Textveränderungen möglich waren, die der unkundige Leser kaum bemerke.<sup>19</sup>

### **Cincinnati-Bibliothek, Longoliusbibliothek, Lambert-Krahe-Bibliothek**

Die Universitäts- und Landesbibliothek hat nicht nur von der kirchlichen, sondern auch der humanistischen Leidenschaft für das Buch profitiert. Über die Bibliothek der Reichsabtei Werden sind die Reste zweier Humanistenbibliotheken, der so genannten Longoliusbibliothek und der Cincinnati-Bibliothek, in die Universitäts- und Landesbibliothek gelangt. Bei der Longoliusbibliothek handelt es sich um die Privatbibliothek des niederrheinischen Humanisten Gisbert Longolius, Leibarzt eines Kölner Erzbischofs und erster Professor für Griechisch an der Universität zu Köln. Die Bibliothek wurde vor mehr als 20 Jahren in unserem Altbestand entdeckt. Sie umfasst vor allem Werke antiker Autoren, philosophische, medizinische und naturwissenschaftliche Werke. Die von Mitarbeitern der Universitäts- und Landesbibliothek durchgeführte Rekonstruktion ergab 123 Titel. Ob die Longoliusbibliothek damit vollständig erfasst ist, lässt sich nicht abschließend beurteilen, da sie, bevor sie in die Universitäts- und Landesbibliothek kam, Teil verschiedener Bibliotheken war, und daher nicht auszuschließen ist, dass Titel verloren gegangen sind.<sup>20</sup>

Die Cincinnati-Bibliothek geht auf den westfälisch-niederrheinischen Humanisten Johannes Cincinnius zurück (\*1480 in Lippstadt, †1555 in Werden). Cincinnius wirkte als Bibliothekar und Archivar der rheinischen Benediktinerabtei in Werden. Er gilt als der bei weitem bedeutendste Anreger des Werdener Geisteslebens in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Neben der Klosterbibliothek widmete er sich dem Aufbau seiner kostbaren Privatbibliothek. Bis heute ist weder ihr Umfang festgestellt, noch ist ihre wissenschaftliche Bedeutung hinreichend erforscht. Die Cincinnati-Bibliothek umfasst vor allem naturwissenschaftliche und medizinische Titel. Der langjährige Leiter der Düsseldorfer Sondersammlungen, Professor Heinz Finger, zählt sie zu den „kostbarsten Sachrelikten der Werdener Geistesgeschichte“.<sup>21</sup>

<sup>18</sup> Vgl. dazu Presser (1978: 28).

<sup>19</sup> Vgl. Raabe (1984: 269 f.).

<sup>20</sup> Vgl. dazu Finger und Benger (1987).

<sup>21</sup> Finger (2001: 39).



Unter den neuzeitlichen Sammlungen ist vor allem die Lambert-Krahe-Bibliothek zu erwähnen. Lambert Krahe (1712–1790) war der Gründungsdirektor der Düsseldorfer Kunstakademie. Seine Bibliothek, die wir erst 1990 rekonstruierten, umfasste 96 Titel in 111 Bänden. Die Büchersammlung besteht zu etwa zwei Dritteln aus Kunstliteratur, vorwiegend des 17. und 18. Jahrhunderts, daneben gibt es Publikationen zur Geschichte der Kulturgeschichte, Beschreibungen von Sehenswürdigkeiten sowie einige klassische Werke der Belletristik in illustrierten Ausgaben. Manche dieser Werke sind durch die Qualität ihrer Illustrationen und Ausstattung selbst bibliophile Kunstwerke. 66 Titel befinden sich in der Universitäts- und Landesbibliothek, 22 in der Bibliothek der Düsseldorfer Kunstakademie, acht Titel wurden nicht gefunden.

### **Pharmaziehistorische Sammlung Dr. Helmut Vester**

1961 erwarb die Medizinische Akademie Düsseldorf die privat gesammelte Pharmaziehistorische Bibliothek Dr. Helmut Vester. Die heute in der Universitäts- und Landesbibliothek aufgestellte Sammlung stellt den umfangreichsten und wertvollsten Teilbestand der Bibliothek dar, und zwar sowohl unter bibliophilen wie auch wissenschaftlichen Aspekten. Bedeutendster Teil der von dem Apotheker Helmut Vester seit 1937 zusammengetragenen Sammlung sind die circa 2.700 Monografien, von diesen Werken wiederum die 1.000 in der Frühen Neuzeit gedruckten Bände. Von großer Bedeutung sind vor allem die Herbarien, Antidotarien, Dispensatorien und Pharmakopöen des 18. und 19. Jahrhunderts sowie mehr als 100 Kräuter- und Pflanzenbücher des 16. und 17. Jahrhunderts. Diese einmalige Sammlung ist von so großer Bedeutung, dass die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die Digitalisierung der Sammlung unterstützen wird.

### **Thomas-Mann-Sammlung**

Am bekanntesten ist die Thomas-Mann-Sammlung der Universitäts- und Landesbibliothek.<sup>22</sup> Zu ihr gehören sämtliche Erst- und Werkausgaben des Autors, zahlreiche bibliophile Ausgaben, 25.000 Arbeiten über Thomas Mann (Monografien und Aufsätze) und circa 30.000 Kleinstmaterialien wie Zeitungsartikel, Fotos und so weiter.

Begründer der Sammlung ist der Düsseldorfer Buchhändler und Historiker Dr. Hans Otto Mayer (1903–1983), der aus Begeisterung für Thomas Mann bereits in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts mit der systematischen Sammlung begann. Durch eine Spende des Düsseldorfer Bankiers Rudolph Groth konnte die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V. diese Sammlung 1969 erwerben und der Universität stiften. Die Thomas-Mann-Sammlung ist die einzige Sammlung der Universitäts- und Landesbibliothek, die kontinuierlich entsprechend dem von Mayer geschaffenen Profil fortgeführt wird. Für die bis heute noch nicht zu Ende geführte Erschließung konnten wir vor zwei Jahren Fördermittel der DFG einwerben.

Das Sammeln und Stiften von Büchern ist eine Leidenschaft, eine Haltung, die nicht nur in der Antike, zur Zeit des Humanismus, im 17., 18. und 19. Jahrhundert blühte, sondern auch in der Gegenwart existiert. Die Universitäts- und Landesbibliothek hat auch heute Freunde und Förderer, die ihre Sammlungen der Bibliothek schenken, um sie über das

---

<sup>22</sup> Vgl. Olliges-Wieczorek (2006).

eigene individuelle Leben hinaus zu erhalten und der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen.

### **Sammlung Urselmann**

Die Düsseldorfer Brüder Hans (†2003) und Heinz Urselmann trugen über viele Jahre hinweg eine bedeutende Sammlung von über 130 Faksimiles mit den dazugehörigen Kommentarbänden und Dokumentationsmappen, über 50 wertvolle Kunstbücher und viele weitere Dokumentationsmappen zusammen, die in mehreren Etappen, zuletzt im Winter 2008, der Universitäts- und Landesbibliothek als Geschenk übergeben wurden. Der Bestand ist außerordentlich breit gefächert, sowohl im Hinblick auf den zeitlichen als auch den inhaltlichen Rahmen. Nachbildungen wie die des *Book of Kells* aus der Zeit um 800, Besonderheiten wie das Buchaltärchen Philipps des Guten aus dem 15. Jahrhundert, zahlreiche Stundenbücher, die nicht nur durch ihre außergewöhnlichen Einbände beeindrucken, das gewichtige, circa 14 Kilogramm schwere Graduale von St. Katharinental (um 1312), großformatige Bibeln wie die wertvolle neunbändige Wenzelsbibel bis hin zu Partituren von Haydn und Mozart gehören dazu.<sup>23</sup>

### **Sammlung Korczak**

Im Jahre 2004 hat uns Frau Barbara Engemann-Reinhardt ihre Sammlung Janusz Korczak überlassen. Janusz Korczak (1878–1942), polnischer Arzt, Schriftsteller und Pädagoge, ist vor allem für seine lebenslange, von Empathie geprägte Beschäftigung mit der Gestaltung des kindlichen Lebens bekannt. Er starb 1942 im Konzentrationslager Treblinka, in das er zusammen mit den Kindern des von ihm geleiteten Waisenhauses verbracht worden war. Bei der Sammlung der Universitäts- und Landesbibliothek handelt es sich um die umfangreichste in Deutschland und eine in ihrer Art einzigartige.<sup>24</sup> Das Rückgrat der Sammlung bilden die Bücher und Schriften Korczaks in verschiedenen Ausgaben und zahlreichen Auflagen, darunter auch seltene Erstausgaben seiner Kinderbücher. Hinzu kommt die umfangreiche Sekundärliteratur. Die Sammlung enthält aber auch Archivalien aus der Forschungsgemeinschaft Janusz Korczak der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR. Wissenschaftsgeschichtlich ebenso interessant sind die Korrespondenzen und Interna der verschiedenen europäischen Korczak-Gesellschaften. Sie geben Einblick in die Tätigkeit der Korczakianer mit ihrem internationalen institutionellen Geflecht.

Die Sammlung wird inzwischen laufend durch private Zugaben vermehrt. Darüber hinaus stellt die Bibliothek pro Jahr 1.000 € zur Verfügung, um die Sammlung Korczak wie die Thomas-Mann-Sammlung ständig um Neuerscheinungen oder hin und wieder auch eine ältere, noch nicht vorhandene Ausgabe erweitern zu können.

### **Tradition und Moderne – vereinbar?**

Aufgrund der Dominanz der universitären Aufgaben der Bibliothek sowie der ungeheuren Anstrengungen, die in den letzten 20 Jahren in den Bereichen elektronische Medien, Automatisierung sowie Auf- und Ausbau der IT-gestützten Dienstleistungen unternommen

<sup>23</sup> Vgl. Boochs (2006).

<sup>24</sup> Vgl. Miller-Kipp (2008: 688).

werden mussten, haben viele Bibliotheksdirektoren ihre Schätze ein wenig aus dem Blick verloren. Das ganz normale Alltagsgeschäft, der Massenbetrieb Universitätsbibliothek mit zwei Millionen Besuchern und einer Million Ausleihen pro Jahr fordert seinen Tribut. Hinzu kommt, dass die Altbestände in den Bibliotheken Nordrhein-Westfalens nach dem Hochschulfreiheitsgesetz vom 1. Januar 2007 in gewisser Weise politisch heimatlos geworden sind und keine Lobby mehr haben. Seit dieser Zeit sind die Bibliotheken mit ihrem gesamten Altbestand unmittelbar den Hochschulen unterstellt. Angesichts sinkender und knapper Hochschuletats kann es aber nicht automatisch Aufgabe der Hochschulen von Düsseldorf, Köln, Münster und Bonn sein, das kulturelle Erbe des Landes zu erhalten, zu erschließen, zu vermehren und bereitzustellen. Dafür sind enorme Summen erforderlich, die eine einzelne Hochschule in der Regel nicht aufbringen kann.

Den Landesbibliotheken in Nordrhein-Westfalen ist es jedoch gelungen, die Staatskanzlei für dieses Problem zu sensibilisieren. Die jährlichen Zuweisungen an die Landesbibliotheken wurden in den letzten Jahren verdreifacht und haben fast ein zufriedenstellendes Niveau erreicht. Darüber hinaus konnte ein Programm zur Erhaltung des kulturellen Erbes initiiert werden. Im Rahmen des Programms erhalten die drei Landesbibliotheken sowie die Universitäts- und Stadtbibliothek Köln seit 2007 Sondermittel für die Erhaltung der kostbaren Originale sowie für Digitalisierungen. Der „Crash von Köln“, der Einsturz des Stadtarchivs Köln, zeigt, dass dies der richtige Weg ist und dass diese Mittel vermehrt werden müssen, damit das jetzt nur noch in den Landesbibliotheken, der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln und einigen anderen Einrichtungen vorhandene kulturelle Erbe des Landes optimal vor solchen und anderen Katastrophen geschützt werden kann.

Die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf hat ihre diesbezüglichen Anstrengungen in der letzten Zeit vor allem durch den Aufbau einer leistungsfähigen Digitalisierungsinfrastruktur sowie durch erfolgreiche Drittmittelanträge bei der DFG intensiviert. Auf diese Weise konnten ein großer Teil der wertvollen Handschriftenfragmente und die Bestände zur Düsseldorfer Malerschule gesichert werden. Anträge für die Digitalisierung und Verfilmung der Handschriften und Inkunabeln befinden sich in Vorbereitung. Darüber hinaus verfügt die Bibliothek über eine vergleichsweise gut ausgestattete Restaurierungswerkstatt mit hochmotivierten und engagierten Mitarbeitern, die kontinuierlich an der Erhaltung der wertvollen Bestände arbeiten.

## **Entfremdung des Bibliothekars vom Buch?**

Der langjährige Bibliothekar der berühmten Wolfenbütteler Bibliothek und leidenschaftliche Buchliebhaber Paul Raabe vertritt die Auffassung, dass die bibliothekarische Wertschätzung des alten Buches seit dem Anstieg der Buchproduktion um die Mitte des 19. Jahrhunderts zurückgegangen ist. Mit dem „Ansteigen der Bucherwerbungen infolge des Anstiegs der Produktion“, schreibt er, „entstand Raumnot, und infolgedessen begann die Magazinierung der Buchbestände, mit der die Vertreibung der Gelehrten aus den Bibliotheken einsetzte und diese früh zu Konsumenten, sogenannten Benutzern degradierte“.<sup>25</sup>

Insbesondere die Massenuniversität habe die Bibliotheken zu bloßen Dienstleistungsbetrieben gemacht, in denen es „absurderweise nicht mehr um Bücher, sondern nur noch um

---

<sup>25</sup> Raabe (1984: 268).

Datenträger, Informationsmittel, um Medien geht“.<sup>26</sup> Die fortschreitende Perfektionierung des Dienstleistungsbetriebs Bibliothek habe, heißt es weiter, zu einer Entfremdung des Bibliothekars vom Buch geführt, denn das Denken in Kapazitäten, Ressourcen und Statistiken verstelle den Blick für das Wesentliche des bibliothekarischen Berufs, unmittelbarer Partner und Helfer der Bücher suchenden Studenten, des Rat brauchenden Wissenschaftlers und des Hilfe wünschenden Bürgers zu sein.<sup>27</sup>

Dies ist der berechtigte Blickwinkel des gelehrten Forschungsbibliothekars, der diese seine Leidenschaft für das Buch pflegen konnte und dem es gelungen ist, Politik und Gesellschaft für die Belange des alten Buches zu sensibilisieren. Die Situation einer reinen Forschungs- oder Landesbibliothek ist aber mit dem Betrieb einer Bibliothek als Dienstleistungseinrichtung nicht zu vergleichen. Obgleich es Credo der Universitäts- und Landesbibliothek ist, Tradition und Moderne miteinander zu verbinden, ist zu konstatieren, dass das alte Buch, das von vergleichsweise wenigen Nutzern gewünscht wird, in dem bezeichnenderweise „Sondersammlungen“ genannten Dezernat ein vom Rest des Bibliotheksbetriebs getrenntes Dasein führt.

In der Pflicht sind nicht nur die Bibliothekare, sondern auch die Politik. In der Stellungnahme der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf zum Entwurf des Hochschulfreiheitsgesetzes wurde darauf hingewiesen, dass für die Bereiche Landesbibliotheken und kulturelles Erbe Regelungslücken bestehen. Wirkung hat diese Mahnung nicht entfaltet. Man kann jetzt nur hoffen, dass durch das Ereignis von Köln ein Umdenken in Nordrhein-Westfalen einsetzen wird; dass das Land, das im Unterschied zu den meisten anderen Bundesländern keine eigenständige Staats- oder Landesbibliothek unterhält, sich der Bedeutung des in den Universitäts- und Landesbibliotheken Bonn, Düsseldorf und Münster sowie der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln aufbewahrten kulturellen Erbes bewusst wird und dafür Verantwortung übernimmt – Verantwortung, die sich in angemessenen finanziellen Zuweisungen für die Erhaltung, Erschließung, Vermehrung, Bereitstellung, Digitalisierung und Verfilmung niederschlägt.

Aber auch die Bibliothekare müssen überlegen, ob die Präsentation der alten Bücher optimiert werden kann. Das berechtigte Anliegen, diese Werke zu schützen vor Licht, Feuchtigkeit, Berührung und Benutzung hat dazu geführt, dass sie vor der Allgemeinheit versteckt werden, in besonders gesicherten Magazinbereichen und in Tresoren, um sie nur noch bei wenigen Anlässen unter dicken Glasscheiben geschützt zu zeigen. Auf diese Weise, schreibt Paul Raabe, stellt man Geschichte weg und löscht sie aus dem Gedächtnis.<sup>28</sup> Auf diese Weise, könnte man ergänzen, kann niemand mehr eine Beziehung zum alten Buch entwickeln.

## Neue Formen der Öffentlichkeitsarbeit

Die Bibliotheken müssen deshalb darüber nachdenken, wie der seit Jahrzehnten eingeschlagene Weg der Separierung der Schätze vorsichtig und vernünftig zurückgenommen werden kann. Zunächst wird die Universitäts- und Landesbibliothek den Sonderlesesaal, in dem die Schätze für die Besucher bereitgestellt werden, ab 1. Mai 2009 täglich fünf

<sup>26</sup> Raabe (1984: 268).

<sup>27</sup> Vgl. Raabe (1984: 268 f.).

<sup>28</sup> Vgl. Raabe (1984: 280).

Stunden länger öffnen, was fast eine Verdoppelung ist. Darüber hinaus wird sie die Digitalisierung vorantreiben, um die Schätze für jedermann auf der Welt sicht- und benutzbar zu machen. Wer darüber hinaus das Original verlangt, ist natürlich herzlich willkommen. Außerdem wird nach Möglichkeiten gesucht, entweder in der „alten“ Zentralbibliothek oder in dem geplanten Erweiterungsbau, ausgewählte, gegebenenfalls wechselnde Bestände dauerhaft zu zeigen. Eigentlich müsste man die Einrichtung eines Buchmuseums vorsehen. Grundsätzlich überdenkt die Universitäts- und Landesbibliothek die herkömmlichen Formen der Öffentlichkeitsarbeit für das alte Buch und sucht nach neuen oder weiteren ansprechenden und anziehenden Möglichkeiten.

Neue, erfolgreichere Formen der Öffentlichkeitsarbeit zu finden setzt die Reflexion voraus, warum diese alten Bücher so „sperrig“ sind, warum sie keinen spontanen Zuspruch finden wie zum Beispiel ein Picasso, eine griechische Statue oder eine gotische Kirche. Für den Genuss eines architektonischen Kunstwerkes muss man nicht wissen, wann es erbaut wurde, wer es erbaut hat, welchen Rang es in der Kunstgeschichte einnimmt oder welche Materialien zur Verwendung gekommen sind. Das Wissen um diese Dinge kann den Genuss vermehren oder erhöhen, es ist aber nicht Bedingung des Genusses. Wir können diese Werke genießen, wertschätzen, ohne zu wissen.

Hierin scheint ein fundamentaler Unterschied zum alten Buch zu liegen. Ohne Bildung, ohne Wissen über die Art seiner Entstehung, die Bedeutung seines Inhaltes, die Kenntnis der verwendeten Materialien und Buchbinde- und Einbandtechniken erschließt es sich nicht. Wie soll man eine mittelalterliche Handschrift wertschätzen, wenn man die Schrift nicht entziffern kann, nicht weiß, wie viele Jahre erforderlich waren, um sie abzuschreiben, wie viele Tiere geschlachtet werden mussten, um das erforderliche Pergament zu erhalten, und wenn man nicht über ikonografisches Wissen verfügt, um die Bedeutung der Miniaturen zu erschließen. Wie kann ein nur noch mit elektronischen Medien vertrauter Studierender oder Wissenschaftler, der es gewohnt ist, Seiten in Sekunden zu scannen, ahnen, welche Mühe sich die Schreiber gegeben haben, die Seiten nach inhaltlichen Gesichtspunkten durch aufwändiges Rubrizieren der Anfangsbuchstaben zu gliedern. Wie soll man Ehrfurcht entwickeln, wenn man nicht weiß, dass das Kopieren der Werke abhängig vom Umfang mehrere Jahre eines Schreiberlebens umfassen konnte, und man das Leiden an dieser Arbeit nicht einmal erahnt.

Letztlich bedeutet dies, dass die Bibliotheken ihre Cimelienschauen mit der Vermittlung von Wissen über die Cimelien verbinden müssen. Es genügt nicht, die Schätze in Vitrinen zu präsentieren, einen Zettel mit dem Titel dazuzulegen, ein Grußwort zu sprechen und ein Glas Wein anzubieten. Es müssen die Spezialisten für diese Werke hinzugezogen werden und ihr Wissen den Ausstellungsbesuchern in ansprechender, verständlicher Form vermitteln. Möglicherweise zieht man damit nicht die Massen an, man würde aber die Wissenschaftler zurückgewinnen und einen kleinen oder größeren Kreis von Bibliophilen, die die Arbeit der Bibliotheken unterstützen und ihnen helfen, Politik und Gesellschaft von der Notwendigkeit zu überzeugen, das noch immer reiche kulturelle Erbe Nordrhein-Westfalens – Handschriften, Inkunabeln, alte Bücher, Nachlässe, Plakat- und Fotosammlungen, Theaterzettel, Autografen und vieles andere mehr – wertzuschätzen, zu erhalten und der Öffentlichkeit in geeigneter Form zugänglich zu machen.

## Literatur

- BOOCHS, Silvia (2006). „Die Faksimile-Sammlung Urselmann in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2005/2006*. Düsseldorf 2006, 635–653. <http://www.uni-duesseldorf.de/Jahrbuch/2005/PDF/Boochs.pdf> (15.07.2009).
- BURCKHARDT, Jacob (1976). *Die Kultur der Renaissance in Italien. Ein Versuch*. Stuttgart.
- DELARUN, Jacques (Hrsg., 2006). *Das leuchtende Mittelalter*. Darmstadt.
- ECO, Umberto (2009). *Die Kunst des Bücherliebens*. München.
- ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH (Hrsg., 2005). *Blättern & Browsen – 150 Jahre ETH-Bibliothek. Begleitpublikation zur gleichnamigen Ausstellung im Stadthaus Zürich, 23. September bis 11. November 2005*. Zürich.
- FINGER, Heinz und Anita BENGER (1987). *Der Kölner Professor Gisbert Longolius – Leibarzt Erzbischof Hermanns von Wied – und die Reste seiner Bibliothek in der Universitätsbibliothek Düsseldorf*. Düsseldorf.
- FINGER, Heinz (Hrsg., 2001). *Bücherschätze der rheinischen Kulturgeschichte. Aus der Arbeit mit den historischen Sondersammlungen der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf 1979 bis 1999*. Düsseldorf. (Studia humaniora; 34)
- LUCIUS, Wulf D. VON (2001). *Bücherlust. Vom Sammeln*. Köln.
- MILLER-KIPP, Gisela (2008). „Die Sammlung ‚Janusz Korczak‘ der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf und ein Versuch, Janusz Korczak als ‚Klassiker‘ der Pädagogik zu lesen“, in: Alfons LABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2007/2008*. Düsseldorf, 687–695. <http://www.uni-duesseldorf.de/Jahrbuch/2007/PDF/Miller-Kipp.pdf> (15.07.2009).
- OLLIGES-WIECZOREK, Ute (2006). „Ein ‚wahres Arkadien‘ – Die Thomas-Mann-Sammlung Dr. Hans-Otto Mayer (Schenkung Rudolf Groth) in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf“, in: Alfons Labisch (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2005/2006*. Düsseldorf 2006, 655–666. <http://www.uni-duesseldorf.de/Jahrbuch/2005/PDF/OlligesWieczorek.pdf> (15.07.2009).
- PRESSER, Helmut (1978). *Das Buch vom Buch*. Hannover.
- RAABE, Paul (1984). *Bücherlust und Lesefreuden. Beiträge zur Geschichte des Buchwesens im 18. und frühen 19. Jahrhundert*. Stuttgart.
- TROST, Vera (1991). *Skriptorium. Die Buchherstellung im Mittelalter*. Stuttgart.
- WILLMS, Johannes (1978). *Bücherfreunde Büchernerren. Entwurf einer Archäologie einer Leidenschaft*. Wiesbaden.

GABRIELE DREIS

## Das Kulturgut Buch für die Zukunft bewahren: Bestandserhaltung in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

### Problemlage und Basiskonzept: Bücher schützen, pflegen und restaurieren

Ohne Nutzung ist die schriftliche Überlieferung erloschen, ohne Schutz geht sie uns unwiederbringlich verloren. Vor diesem Hintergrund unternimmt die Universitäts- und Landesbibliothek große Anstrengungen, ihren wertvollen Altbestand verfügbar zu machen – und ihn zugleich vor der Nutzung zu schonen. Den Widerspruch zu überwinden, die Balance zwischen Öffnung nach außen und Sicherung im Inneren herzustellen, das gelingt ihr durch ein System kontinuierlicher Maßnahmen, die *Bestandserhaltung* zum Ziel haben. Sachgerechte Bestandserhaltung distanziert sich nachdrücklich davon, die der Bibliothek anvertrauten historischen Bücher ihrem Schicksal zu überlassen.<sup>1</sup> Sie empfindet Beklemmung in einem Haus voller Bücher, gut geordnet und verzeichnet, aber weithin in heikler bis desolater Verfassung. Sie entwickelt Konzepte angesichts des erdrückenden Mengenproblems: Wie gehen wir für die Zukunft mit der „Last der Vergangenheit“ um? Und sie stellt sich nicht zuletzt der Frage der Prioritäten: Was muss, was soll erhalten werden?

Angesichts ihres historischen Erbes und dessen Zustands ist Bestandserhaltung heute – wie Bestandsaufbau, Bestandserschließung und Bestandsvermittlung – als Handlungsfeld des Managements der Universitäts- und Landesbibliothek etabliert und innerhalb ihrer Aufbauorganisation als Kern- und Daueraufgabe dem Dezernat Sondersammlungen zugeordnet. Dessen Sorge für die handschriftlichen und gedruckten Originale früherer Jahrhunderte – vom pergamentenen Kodex bis zur Antikriegsbroschüre – umschließt somit auch den Auftrag, das überlieferte Sammelgut durch geeignete Anstrengungen und Konzepte so zu bewahren, dass die Prozesse natürlichen Alterns kontrolliert verlaufen, Gebrauchsanprüche jedoch nicht darunter leiden.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Durch den Übergabevertrag vom 23. und 24. September 1970 erhielt das Land Nordrhein-Westfalen den Bestand der ehemaligen Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf als Grundstock für die zu errichtende Bibliothek der neugegründeten Universität Düsseldorf. Mit Wirkung vom 1. Januar 1977 wurden dann von der Stadt auch die bislang zurückgehaltenen Handschriften und Inkunabeln der Universitätsbibliothek als Dauerleihgabe übergeben. Zum Kern des transferierten Bibliotheksguts gehört der große Komplex vorwiegend geistlicher Literatur, dessen Ablieferung Anfang des 19. Jahrhunderts im Zuge der Säkularisation den niederrheinischen Klöstern verordnet worden war. Aus diesem ehemals kirchlichen Besitz stammen die von der Universitäts- und Landesbibliothek verwahren etwa 430 mittelalterlichen Handschriften und 1.050 Inkunabeln, die heute den durch Alter, Einzigartigkeit und Forschungsrelevanz prominentesten Teil des Düsseldorfer Besitzes an kultureller Überlieferung bilden. Nach dem derzeitigen Stand umfassen die historischen Altbestände der Universitäts- und Landesbibliothek insgesamt über 500.000 Bände, darunter etwa 45.000 Drucke des 16. bis 18. Jahrhunderts.

<sup>2</sup> Dazu Hähner (2006); ferner Willich (2001).

Eine eigenständige kulturelle Leistung der Bibliothek ist damit umrissen – ihre Pflicht zur Kulturerhaltung, die sich in einem vielschichtigen Programm realisiert. Es versucht beharrlich, die vielen leichtfertig hinterlassenen Spuren unserer Leser in den Büchern unsichtbar zu machen: verknickte und herausgerissene Seiten, verschmutzte Texte, Markierungen mit Leuchtstift und Kugelschreiber. Es macht sich mehr denn je zur Aufgabe, die Folgen von Krieg, Verlagerung und unzureichender Unterbringung zu beseitigen: Brand- und Wasserspuren, Mäusefraß, Schimmel- und Insektenbefall, mechanische Einbandschäden, die Einwirkungen der UV-Strahlung und zu hohe Raumtemperaturen. Es geht den durch Verschleiß entstandenen Beschädigungen nach: eingerissene Buchrücken, gebrochene Buchdeckel, lose Seiten. Es reagiert nicht zuletzt auf jene Zerfallsprozesse, die mehr oder weniger offenkundig aus dem Inneren vieler Bücher heraus wirksam sind und sie schleichend zerstören: Tinten- und Farbfraß sowie jener Papierabbau durch Holzschliff- und Säurebestandteile, der mehrheitlich die zwischen 1840 und 1990 auf industriell hergestelltem Papier erschienene Literatur bedroht. Schlussendlich darf – im Zusammenhang mit der Kölner Archivkatastrophe – nicht aus dem Blick geraten, dass Bestandserhaltung mit Schäden und Defiziten konfrontiert sein kann, die das Maß planbarer physischer Rettung zur rechten Zeit nahezu unabweislich überschreiten. Auch andere dramatische Ereignisse im Bibliothekswesen der jüngsten Vergangenheit – die millionenschweren Schäden der vom Elbehochwasser betroffenen Bibliotheken in Sachsen 2002, der Brand in der Herzogin Anna Amalia Bibliothek in Weimar 2004 – machen bewusst, dass das Reservoir unserer Überlieferung vor irreversiblen Formen der Erschöpfung nicht geschützt ist.



Abb. 1: Regalzeile der Kostbarkeiten im Tresor: Die für mittelalterliche Kodizes typische Bindetechnik begünstigt Schäden, die auf den puren Gebrauch zurückgehen.



Wo immer dies möglich ist, strebt die Bestandserhaltung die Sicherung der Originalsubstanz an. Ein Original beeindruckt uns durch seine Einzigartigkeit, seine Präsenz und haptische Qualität. Nur das originale Objekt und der materielle Zustand, in dem es überliefert ist, geben Aufschluss über Formen und Intensität der Nutzung in den zurückliegenden Jahren und Jahrhunderten, vermitteln eine Ahnung von Gebrauchswert und historischer Bedeutung. Kein Faksimile, dazu unten mehr, wird den Umgang mit dem Original jemals grundsätzlich ersetzen können.



Abb. 2: Das Buch als Zeitzeuge: Durch Detonation in den Buchrücken eingedrungene Glas- und Gesteinssplitter weisen auf eine Kriegsvorgang hin, beeinträchtigen aber nicht die Handhabung. Das Buch ist konservatorisch behandelt, der Schaden gleichwohl erhalten.

### **Wahrung der kulturhistorischen Substanz: Restaurieren**

Innerhalb der bestandserhaltenden Maßnahmen nimmt deshalb auch das Restaurieren historischer Bücher eine herausragende Rolle ein. Sind Objekte im Bereich des Alten Buchs durch Beschädigungen kaum noch benutzbar und in ihrem Fortbestand gefährdet und haben Erscheinungsbild und Ästhetik stark gelitten, befürwortet die Bestandserhaltung grundsätzlich und uneingeschränkt das zeit- und kostenaufwändige Restaurieren – nicht, wie zu vermuten wäre, das eher schnelle und preiswerte Digitalisieren. Restaurierung und Digitalisierung zum Zweck der Bestandserhaltung werden in der Universitäts- und Landesbibliothek nicht als konkurrierende Verfahren gegeneinander abgewogen und ausgespielt, sondern als wechselseitige Ergänzungen begriffen und in sinnvoller, das heißt buchschonender zeitlicher Abfolge zur Anwendung gebracht.

Worin bestehen Aufgabe und Ziel des Düsseldorfer Restaurierungskonzepts?<sup>3</sup> Restaurieren heißt in der Universitäts- und Landesbibliothek, Schäden an Papier und Einband unter ausdrücklicher Beschränkung auf minimale Eingriffe in die Originalsubstanz zu beheben, das heißt dem kostbaren „Alten“ am zu erneuernden Buch ein absolutes Vorrecht zu gewähren. Auf die Vollrestaurierung zu verzichten bedeutet so in der Konsequenz, ein Fortschreiten der Beschädigung nur im besten Fall wirklich verhindern zu können, eher jedoch, dies aufzuhalten und langfristig zu verzögern. Grundlegende Veränderungen der Authentizität der Bücher sind damit weitestgehend ausgeschlossen. Die einzelnen Arbeitsschritte werden so ausgeführt, dass sie den Zustand des Buchs deutlich verbessern, in den wesentlichen Punkten aber reversibel sind. Nur bewährte und natürliche Materialien, keine Kunststoffe, Kunstharzkleber, Weichmacher und Ähnliches, kommen zur Verwendung. Der Umstand, dass Handschriften und alte Drucke aus einer Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe und Materialien bestehen, findet sorgfältigste Berücksichtigung.



Abb. 3: Bestandserhalterische Sünden der Vergangenheit: Bei diesem mehrbändigen Werk mit Pergamenteinband wurde versäumt, die Originalsubstanz als Gesamtheit zu erhalten.

Da der Umfang der ursprünglichen Schädigung nachvollziehbar sein soll und Maßstäbe der Wiederherstellung, nicht der Optimierung, des Originals absolut leitend sind, ist das Ergebnis der Restaurierung – mit diesem Vorwurf sieht sich die Universitäts- und Landesbibliothek gelegentlich konfrontiert – im konventionellen Verständnis ästhetisch nicht unbedingt *schön*: Die charakteristischen Alterungsspuren sind erhalten und die im Laufe einer oftmals langen Geschichte eingetretenen Veränderungen nicht beseitigt. Gerade im

<sup>3</sup> Dazu auch Schlüter und Wetten (1998).

Zusammenhang der restauratorischen Maßnahmen kann somit deutlich werden, dass das Buch als von der Universitäts- und Landesbibliothek verwahrtes Kulturgut mehr denn je nicht nur *Text* und *Wissen*, sondern ebenso *nontextuelle Information* und *künstlerisches Artefakt* repräsentiert. Bei der Restaurierung eines alten Buchs geht es um weit mehr als um das Sichern eines inhaltlichen Werts. Im Fokus steht die Gesamtheit der Faktoren, die das Objekt als Einzelfall charakterisieren. Und dazu gehören auch die zu seiner Herstellung verwendeten Materialien und Techniken wie Pergament und Papier, Tinte und Druckerfarbe, Einband und Besitzvermerke, Bilderschmuck, Heftung, Schließen, Beschläge, Foliierung und so weiter – bis zu den historischen Charakteristika wie dem Blütenstaub zwischen den Buchseiten. Die Behandlung einer mittelalterlichen Handschrift beispielsweise ist als Erhaltung ihrer Ganzheit etwas anderes und von komplexerem Wert als die Speicherung ihres Textes. Erst die Verbindung von textlichem und bildlichem Informationsgehalt und dessen Trägermedium macht sie als unverwechselbares Zeugnis und Primärquelle aus. Die Restaurierung zielt auf die Sicherung ihrer Originalität und Substanz, die technische Konversion auf die Erhaltung und Vervielfältigung ihres Inhalts. Allein die physische Wiederherstellung leistet im Vollsinn den „Denkmalschutz“ für Bücher.<sup>4</sup>

Ihre Verantwortung gegenüber den überlieferten Bücherschätzen motiviert das hohe Engagement der Universitäts- und Landesbibliothek, ausgewiesene hochqualifizierte Werkstätten in der gesamten Bundesrepublik mit den Restaurierungsarbeiten zu beauftragen; Werkstätten, kundig in den traditionellen Handwerkstechniken, jedoch ebenso aufgeschlossen für moderne Technologien und den Kontakt zu den Naturwissenschaften. Dabei nimmt die hauseigene Restaurierungswerkstatt der Universitäts- und Landesbibliothek essenzielle Aufgaben wahr. Sie erstellt Anforderungsprofile, wählt die gewerblichen Restauratoren hinsichtlich der erforderlichen Qualifikationen aus, bewertet Vergleichsangebote und prüft kontinuierlich die Qualität der externen Durchführung von Restaurierungen.<sup>5</sup> Eine pauschale Auftragsvergabe kommt grundsätzlich nicht in Betracht. Das Schadensbild jedes einzelnen Objekts wird vielmehr in vollem Umfang protokolliert. Die Bedingungen an Art, Durchführung und Ergebnis der Einzelrestaurierung werden präzise formuliert. Den Zustand der Bücher vor, während und nach der Restaurierung hält eine fotografische Dokumentation fest. Unterschieden werden vor allem auch Schäden, die *in situ* behandelt werden können, von solchen, zu deren Behandlung ein Auseinandernehmen des Buchblocks erforderlich ist. Darüber hinaus tätigt die Hauswerkstatt im Rahmen eines auf die Art der Gefährdung der Bücher sorgfältig abgestimmten Maßnahmenpakets und auf der Basis der intern zur Verfügung stehenden Ausrüstung restauratorische Behandlungen und Instandsetzungsmaßnahmen im eigenen Team – mit folgenden Schwerpunkten:

*Reinigung:* Alten Büchern haften vielerlei Verschmutzungen an. Sand, Stroh, Haare, tote Fliegen, Brotreste und vieles andere ist besonders in den Falzpartien alter Bücher zu finden. Insofern der vermeintliche „Dreck“ wichtige Erkenntnisse über die Herkunft eines Buchs vermitteln kann, falls diese nicht hinreichend geklärt ist, wird er nur mit Bedacht vernichtet. Ist ein Schimmelrasen sichtbar, das heißt eine Gefahr für Objekt und Nutzer

---

<sup>4</sup> Vgl. Feldmann (2009).

<sup>5</sup> Sie ist zudem maßgeblich an der Entwicklung verbindlicher Standards zur Restaurierung für die vier großen wissenschaftlichen Altbestandsbibliotheken Nordrhein-Westfalens (Universitäts- und Landesbibliothek Bonn, Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf, Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, Universitäts- und Landesbibliothek Münster) beteiligt.

festgestellt, unterzieht die Werkstatt die Oberfläche des Buchs unter Einhaltung arbeitshygienischer Grundsätze einer mechanischen Reinigung. Die allergenen und toxischen Bestandteile des Schimmels werden entfernt. Eine Sterilisierung mit Gammastrahlen oder die Begasung mit Ethylenoxid ist unter den aktuellen Lagerungsbedingungen des Bibliotheksguts zumeist nicht erforderlich, zumal diese Verfahren das behandelte Material durch Abbau zusätzlich schädigen oder potenziell starke Gifte erzeugen.

*Papierstabilisierung:* Die vielen in der Bibliothek gut erhaltenen Papiere der Inkunabeln und Drucke der Neuzeit belegen deren Alterungsbeständigkeit. Auf die Belastungen der Aufbewahrung und Benutzung haben sie jedoch vielfach mit einem Verlust an Festigkeit und Stabilität reagiert. Starke endogene Zerfallserscheinungen weisen etwa 30 bis 40 Prozent der nach 1840 gedruckten Bücher allein aufgrund des Säuregehalts ihrer Papiere auf, davon gehen Schätzungen heute aus. Die Universitäts- und Landesbibliothek steht diesem Besorgnis erregenden Befund nicht tatenlos gegenüber. Angesichts der Art der Papierschäden im Altbestand hat sich ihre Werkstatt besonders darauf spezialisiert, brüchige Materialien zu festigen, genauer: Materialsubstitutionen in Form von Nassentsäuerung und anschließender Neuvernetzung der Papierfasern sowie Einbettungen, Kaschierungen und Ergänzungen mit Japanpapier durchzuführen. Im Rahmen dieser Stabilisierungsarbeiten erfährt auch das Schließen von Rissen und Schnitten, das Ergänzen von Fehlstellen sowie das Aufziehen von Einzelblättern (Sammlung „Düsseldorfer Theaterzettel“) und großformatigen Objekten wie Landkarten und Plakaten (Sammlung „Düsseldorfer Plakate“) herausragende Beachtung. Bei schwer und schwerstgeschädigten Papieren kann das Papierspalten als eine in der jüngeren Zeit popularisierte Stabilisierungsmethode in Betracht kommen. Hierbei wird den geschwächten Papieren ein reißfester, puffernder Kern eingesetzt, nachdem man sie mittig in zwei Hälften auseinandergezogen hat. Die Papierspaltung bedeutet jedoch einen so tiefen und irreversiblen Eingriff in die Integrität eines Objekts, dass ihre Anwendung die seltene Ausnahme sein muss, beschränkt auf Objekte, die sonst verloren wären.

*Behandlung von Buchblock, Leder und Pergament, Bucheinband:* Drucke, die von der Inkunabelzeit bis etwa zum Ende der deutschen Klassik entstanden sind, weisen in der Regel eine gute Qualität der Papiere auf. Schäden an Buchblock und Einband, teils gravierender Art, sind es, die am Bibliotheksgut aus dieser Zeit auffallen. Für den Düsseldorfer Bestand an vor 1840 erschienener Literatur (etwa 50.000 Bände) ist festzustellen, dass die für Buchkörper typischen Schadensformen in ihrer Gesamtheit repräsentiert sind: Wurm- und Mäusefraß, Brand-, Wasser-, Pilz und Moderschäden sowie starke Gebrauchsspuren – hervorgerufen durch zu enge Aufstellung, durch das Verwellen von Pergamentblättern und das Verziehen von Einbänden aufgrund falscher Klimatisierung, durch die Verformung des Buchblocks wegen verlorener Beschlag- und Schließenteile und so weiter. Als Zeitraum der Verursachung des komplexen Schadensbefunds speziell in Düsseldorf macht eine Bestandsaufnahme „Zur Situation der Altbestände in Hochschulbibliotheken des Landes Nordrhein-Westfalen“ aus:

Die schwersten Schäden an den Altbeständen ereigneten sich in der Nachkriegszeit durch notdürftige Unterbringung in dem nur behelfsmäßig reparierten Bibliotheksgebäude [am Grabbeplatz; d. Verf.]: Durch undichte Dächer und Mauerrisse drangen Regenwasser und Schmutz ein, wertvolle Bestände waren in feuchten Kellergewölben fast unzugänglich gelagert, und allenthalben



Abb. 4: Holzschliffhaltiges Papier: Falsche Aufbewahrung beschleunigt den Zerstörungsprozess der durch Säureeinwirkung bereits geschwächten Papiere.

herrschte drangvolle Enge. Für buchpflegerische Maßnahmen, für umfassende Reparaturen oder nur Sanierungsmaßnahmen fehlten die Mittel.<sup>6</sup>

Die Schadensrate aufgrund der Benutzungsfrequenz, der starken Benutzung am Ort und im Wege des auswärtigen Leihverkehrs, ist auch auf den Umstand zurückzuführen, dass in Nordrhein-Westfalen im Gegensatz zu anderen Bundesländern nur wenige Bibliotheken mit umfangreicheren und wertvollen alten Beständen existieren.

1980 empfiehlt die genannte Studie als erste und durchgreifende Maßnahme einer „Komplexsanierung“ von Altbeständen die „konservierende Reinigung und Mehrfachbehandlung mit einem Pflegemittel“ bei Ledereinbänden, um der Gefahr deren Austrock-

<sup>6</sup> Arbeitsgemeinschaft der Hochschulbibliotheken im Verband der Bibliotheken des Landes Nordrhein-Westfalen (1980: 269–270).

nung und Brüchigwerden wirksam zu begegnen.<sup>7</sup> Eine Aktion dieser Art ist dann auch zeit- und personalaufwändig in Düsseldorf durchgeführt worden. Zum heutigen Zeitpunkt stellt die Werkstatt der Universitäts- und Landesbibliothek die Unzulänglichkeit, ja den geradezu schädigenden Effekt eben dieser konservatorischen Bearbeitung von Einbandleder fest. Nicht den verlangsamen, sondern einen destabilisierenden Einfluss auf die Alterung des Originalmaterials nimmt sie zur Kenntnis. Bestandserhaltung hat also auch, und dies nicht nur im Anwendungsbereich chemischer Prozeduren, die Nachhaltigkeit ihrer Maßnahmen zu bedenken und sich darauf einzustellen, dass Folgen und Wertung ihrer Wirksamkeit dem Erkenntniswandel unterliegen.

### **Bestandssicherung auf Ersatzmedien: Digitalisierung**

Das Original zu erhalten war immer schon und ist heute mehr denn je eine anspruchsvolle und kostspielige Maßnahme. Bei knappen Ressourcen mag es deshalb als ein Gebot der Vernunft erscheinen, wirtschaftlich zu verfahren und zu akzeptieren, dass Bestandserhaltung auch dann realisiert ist, wenn ein Original kopiert, verfilmt oder digitalisiert vorliegt. Synergien zu erzeugen und von ihnen zu profitieren, solche Prozesse unterstützt die Universitäts- und Landesbibliothek selbstverständlich und stellt sich die Frage, ob ihre Digitalisierungsaktivitäten nicht auch für die Ziele der Bestandserhaltung eingesetzt werden können.

Aus dem oben Ausgeführten dürfte deutlich geworden sein, dass „digitaler Fundamentalismus“ (Bernhard Fabian) als Praxis der Erhaltung von der Universitäts- und Landesbibliothek *nicht* kultiviert wird. So unterliegen Originale keiner Manipulation, um Sekundärformen erstellen zu können, werden Handschriften etwa entbunden, um auch Schriftspuren im Buchfalz maschinell lesbar zu machen. Auch starke physikalische Beanspruchung des Originals kommt grundsätzlich nicht in Betracht, dann etwa, wenn die Bindung den Öffnungswinkel beim Scanvorgang oder Tinte und Papier das Licht des Scanners nicht schadlos aushalten werden.

Die Universitäts- und Landesbibliothek betreibt so mit Nachdruck, erheblichem operativem Aufwand und hochgesteckten strategischen Zielen schwerpunktmäßig das retrospektive Digitalisieren – das aber ein Digitalisieren bleibt und nicht den Anspruch erhebt, mit der Originalerhaltung zu konkurrieren. Aus der kürzlich in Angriff genommenen Digitalisierung der Düsseldorfer Sammlung mittelalterlicher Handschriften mag ein kurzer „Phänomenbefund“ die Relevanz dieser Position erläutern.

Von Handschriften existieren keine weiteren identischen Exemplare. Sie sind stets historisch einzigartig, und ihr Verlust ist unwiederbringlich. Aus dem unikaligen Charakter resultiert der Anspruch von Handschriften, in ihrer Ganzheitlichkeit betrachtet zu werden. Buchblock, Schrift, Ausstattung, Einband und Textgestalt sind so nicht nur wichtige sichtbare kodikologische Fakten. Eine Handschrift ist einmalig, weil in ihrer materiellen Auslegung individuelle Geschichte und Wirkungsgeschichte Gestalt annehmen: „In jedes Schriftwerk haben die Schreiber und Leser so viel Lebendiges hineingelegt [. . .], das der Auferweckung hart und das dann kündigt von allem Möglichen, Persönlichem, Individu-

<sup>7</sup> Vgl. Arbeitsgemeinschaft der Hochschulbibliotheken im Verband der Bibliotheken des Landes Nordrhein-Westfalen (1980: 283).

ellem und Kulturgeschichtlich-Interessantem [. . .].“<sup>8</sup> Einen großen Ausschnitt aus diesem „Lebendigen“ vermag die Methode der digitalen Speicherung wiederzugeben und zu retten. Damit erfüllt sie jene analytischen Anforderungen an eine wissenschaftliche Handschriftenpräsentation, wie sie auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft in ihren „Richtlinien zur Handschriftenkatalogisierung“ präzisiert und als Informationswert vorschreibt: Liegen Rubrizierungen vor? Ist die Lagenzusammensetzung regelmäßig? Bildet Pergament oder Papier den Beschreibstoff? Existieren Stempelprägungen auf dem Buchdeckel, Schließen als Teile des Einbands oder Wasserzeichen im Papier? Ist Einbandmakulatur erkennbar? Lassen sich Fragmente herauslösen? Wurden ehemals selbständige Einzelfaszikel in festen Einbänden oder mit neueren Partien zu einem Sammelkodex zusammengefasst? Enthält die Handschrift Hinweise zu ihrer Provenienz? Ist sie illuminiert? Dieses Bündel an Fragen vermag das durch Digitalisierung gewonnene Datenmaterial, insbesondere in Verbindung mit beschreibenden und erschließenden Kommentaren, zu beantworten. Den Status eines Surrogats wird das digitale Objekt jedoch nicht überwinden. Einige diese These unterstützende Argumente:

Betrachten wir die physische Greifbarkeit einer Handschrift genauer. Wir nehmen ihre reale Gestalt als Körper mit räumlichem Volumen wahr, etwa als Monumental- und Prachtbibel, als großformatiges liturgisches Choralbuch oder als handliches *livre d'heures*. Auf die Darstellung von Dreidimensionalität, darauf, ein räumlich wirkendes, Tiefeneindruck und Tiefenschärfe vermittelndes Bild zu produzieren, ist die digitale Kopie nicht hinreichend ausgelegt. – Die Seiten einer Pergamenthandschrift umzublätern erfordert neben Geduld und Umsicht auch ein Maß an Zeit. Der Vorgang selbst erzeugt einen „trockenen“, eigentümlich knarrenden Klang. Das rasche, für hastiges Explorieren unanfällige Navigieren in den Speichern des Internet lässt solchen, für das Lesen einer Handschrift typischen sinnlichen und kontemplativen Prozess kaum erahnen. Zweifellos vereinfacht das Surfen und Flanieren im Netz die Informationswege der Leser. Aber aller Anstrengung des Versenkens, dieser beim Studium kunstvoller Miniaturen und Fleuronnés essenziell auszubildenden inneren Haltung, fehlen die Chancen zur Entfaltung. Die digitale Welt macht zwar Wissen verfügbar, ersetzt aber keine *Beziehung* zum Buch, keine *Lesekultur*. – Zwischen den Fingern zu spüren, wie unterschiedlich sich die glatte Fell- und die rauere Fleischseite eines alten Pergaments anfühlen, wie dick dieses ist, wie weich, wie stark verhornt, auch dies bleibt dem Nutzer eines digitalisierten Faksimile eine unbekannte Möglichkeit der Erfahrung. Nur am authentischen, nicht am simulierten Objekt erschließen sich die taktilen Eigenschaften von Pergament und können zum Beispiel Verfahren zu seiner Altersbestimmung zum Einsatz kommen. – Angesichts eines mit Regalen voller Handschriften angefüllten Tresors die Aura einer Klosterbibliothek zu erahnen und die gewaltige Leistung der Kopisten und Redaktoren eines Skriptoriums nachzuvollziehen – das in digitaler Form vorliegende Kulturgut lässt solche Assoziationen nicht aufkommen.

Die Digitalisierung gleichsam als Ideallösung der neuen „anderen“ Existenz einer Handschrift oder eines alten Buchs zu postulieren, diese der weltweiten „Digitalisierungseuphorie“ früherer Jahre entstammende Haltung macht heute einer immer mehr sich ausdifferenzierenden Sichtweise Platz. So verfolgt auch die 2006 geschlossene nationale „Allianz zur Erhaltung des schriftlichen Kulturgutes“ das Ziel, „den Originalerhalt im digitalen Zeit-

---

<sup>8</sup> Traube (1909: 8).



Abb. 5: Tintenfraß verwehrt die Digitalisierung von Handschrift B 20. Sichtbar ist der massive Substanzverlust aufgrund der Einwirkung eisenhaltiger Tinte.

alter effizienter zu organisieren und nachhaltig zu fördern<sup>9</sup>. Und kritisch heißt es weiter aus ihrem Kreis angesichts der boomenden unkoordinierten Aktionen der Massendigitalisierung:

Werden digitalisierte Bücher am Bildschirm gelesen? Ich stelle die Frage seit Jahren. Niemand scheint je ein Buch von Anfang bis Ende am Bildschirm gelesen zu haben. *Natürlich* nicht, ist die Antwort, und „natürlich“ scheint auf eine Inkompatibilität zwischen dem menschlichen Auge und dem Bildschirm hinzudeuten. Millionen Bücher im Netz – müssen wir nicht befürchten, für das Buch eine neue Gebrauchsform als Normalform zu kreieren, von der wenig oder kein Gebrauch gemacht wird? Bibliotheken beklagen bereits, dass digitale Texte den Benutzungsdruck auf das Original nicht mindern, sondern erhöhen.<sup>10</sup>

Nun wäre es falsch, die Relationen zwischen Restaurierungen und Digitalisierung für die Universitäts- und Landesbibliothek in dieser Form anzusetzen. Im Gegenteil: Die mit Sorgfalt konzipierte Sicherung der schriftlichen Überlieferung durch Erstellung von Sekundärformen soll das fragile Original vor vermeidbaren Kontakten schonen, vor den Gefahren der Beschädigung schützen, im Katastrophenfall seinen Verlust kompensieren – und es darüber hinaus nachhaltig verfügbar machen, das heißt über das Kommunikationsmedium Internet ubiquitär verbreiten und derart seinen Nutzungswert erhöhen. Die Universitäts- und Landesbibliothek reagiert so auf den Umstand, dass sich die Forschung, auch in den geisteswissenschaftlichen Disziplinen, ins Internet verlagert. Optimale Re-

<sup>9</sup> Schneider-Kempf (2009: 4).

<sup>10</sup> Fabian (2007: 3).



produktionen, Optimierung der Zugänglichkeit, verbesserte Retrievalmöglichkeiten und eine beliebige Kopierbarkeit ohne Qualitätsverlust werden durch die hocheffiziente Technik des digitalen Erfassens heute ermöglicht: Das zugrunde liegende Quelldokument wird vollständig und originalgetreu durch den entsprechenden Farb-, Helligkeits-, Kontrast- und Schärfegrad wiedergegeben. Das vom Außendeckel vorne bis zum Außendeckel hinten erstellte Präsentationsmodell der virtuellen Handschrift gestattet ein Durchblättern, und zwar so, dass mit Hilfe einer Zoomfunktion Einzeldetails in verschiedenen Vergrößerungsstufen betrachtet werden können. Die digital vorliegenden Handschriften sind darüber hinaus in überregionale Nachweisportale eingebunden und mit Erschließungsprojekten ähnlicher Art verlinkt. Damit ist Bestandserhaltung in ihrer Ausprägung der Konversion, das heißt als *Preservation Digitisation*, vollzogen und gewährleistet.

Das Paradox der digitalen Bestandserhaltung, mit einem provisorischen, von eher kurzer Haltbarkeit geprägten Medium wie einer Datei einen extrem alterungsbeständigen Informationsträger wie beispielsweise Pergament zu sichern, soll als noch ungenannter weiterer Attraktivitätsmangel der digitalen Konversionsform hier zwar erwähnt, aber nicht ausgeführt werden. „Langzeitverfügbarkeit“ und „Langzeitarchivierung“ betreffen nicht nur ein Basisproblem aus dem Blickwinkel der klassischen analogen Bestandserhaltung und ihrer Bemühungen im Bereich sekundärer Medien. Sie umfassen ein eigenes Fragenspektrum auf dem Gebiet originär digitaler Informationen (*Digital Born Documents*) und auch deren Sicherung für die Zukunft.<sup>11</sup>

## **Schadensprävention im Bibliotheksalltag: Eine Aufgabe für Bibliothek und Nutzer**

Auch die aufwändigsten Maßnahmen der Schadensbehebung können langfristig nur dann erfolgreich sein, wenn unachtsame Aufbewahrung und Benutzung als ein *zu unterbrechender* Kreislauf von Beschädigungen betrachtet und Maßnahmen der Bestandserhaltung nicht nur zur Sache hausinterner Spezialisten oder externer Dienstleistungsunternehmen gemacht werden. Denn geraten reparierte oder restaurierte Bücher zurück unter die gleichen Aufbewahrungs- und Nutzungsbedingungen, die sie zuvor schon einmal beschädigt haben, gehen alle Konzepte zu ihrer Erhaltung ins Leere. Bestandserhaltung hat somit, dies ist zu betonen, Schwerpunkte im Verantwortungsbereich *all derer*, die Umgang pflegen mit den Büchern der Bibliothek – die sie errichten, sie finanzieren, sie verwalten, ihren Bestand vermehren, sie benutzen. Und dies vorbeugend, als aufeinander abgestimmtes Paket von therapeutischen Maßnahmen zu vermitteln und damit Schäden prospektiv zu vermeiden bedeutet eine schwierige, anspruchsvolle, nicht endende Aufgabe für das Bibliotheksmanagement. Es bedeutet, Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen der materiellen Beschaffenheit der Bibliotheksbestände und ihrer Unterbringung, den bereits im Betrieb der Bibliothek anzutreffenden Schadenspotenzialen und den massenhaften Beschädigungen durch Nutzung zu verallgemeinern.

Verantwortung für Bestandserhaltung tragen unter anderem die Universität und der Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes Nordrhein-Westfalen: Dem Bibliotheksmanagement kann es nicht gelingen, für optimale Aufbewahrungsbedingungen zu sorgen, wenn bei wachsenden Erwerbungen die Flächen für Buchunterbringung nicht ausreichen oder *nach*

---

<sup>11</sup> Vgl. Weber (1998) und Breitling (2007).

erfolgter Sanierung des Klimasystems die Temperaturverhältnisse in Magazin und Leseschossen der Zentralbibliothek mitnichten konstant entsprechend der Norm gehalten werden können. Die für Schriftgut optimalen Lagerungsbedingungen (Temperatur zwischen maximal 18 °C bis 20 °C, relative Luftfeuchtigkeit circa 50 Prozent, mäßige Klimaschwankungen) sind heute nur in Magazinräumen *außerhalb* des Zentralgebäudes anzutreffen. – Der Anteil UV-haltiger Strahlung von Leuchtstoffröhren überschreitet, bis auf den Tresor und das Areal der Aufstellung von Rara, in den gesamten zentralen und dezentralen Räumlichkeiten der Universitäts- und Landesbibliothek den zulässigen Grenzwert. Im Planungskonzept eines neuen Bibliotheksgebäudes sollte der Faktor UV-strahlenfreier Beleuchtung aus Gründen der Schadensprävention einen gewichtigen Stellenwert einnehmen.



Abb. 6: Typischer Lichtschaden magazinerter Bücher: Durch den Einsatz ungeeigneter Leuchtstoffröhren ist das Einbandleder ausgebleicht.

Verantwortung tragen ebenso die Mitarbeiter des Hauses: Auf die sorgfältige Handhabung der Bücher hat beim Ausheben, Einstellen, bei allen Transport- und Nutzungswegen in Lesesaal, Ausleihe und Fernleihe vor allem die Benutzungsabteilung zu achten. Das dies keine Selbstverständlichkeit ist, geht aus den beobachtbar unterschiedlichen Formen und dem keineswegs einheitlichen Niveau des hausinternen Umgangs mit Bibliotheksgut hervor. Falsche Handgriffe und Unachtsamkeiten (Ziehen am Buchrücken, keine gerade Aufstellung, keine Verwendung von Buchstützen, hohes Stapeln von Büchern, kein Sortieren nach Formaten und so weiter) führen zu den charakteristischen Beschädigungen wie Stauchung, Verformung und Ausriss. – Bibliotheksgut ist mit unterschiedlichen Tinten und Farben beschriftet, bedruckt, bemalt und koloriert. Tinten- und Farbfraßschäden, sich ab-

lösende Malschichten oder das Ausbleichen von Buchetiketten können in ihrem Ausmaß dann eingeschränkt werden, wenn Signatureschilder, Stempelfarben und Stempelplatten rechtzeitig einer entsprechenden schadenspräventiven Prüfung unterzogen werden.

Verantwortung trägt schließlich auch die Leserschaft der Bibliothek: Viele Beschädigungen an Bibliotheksgut sind auf unsachgemäße Formen des Transports zurückzuführen. Taschen sind nicht immer wasserdicht, Rucksäcke und Beutel für den Transport einer größeren Anzahl an Büchern völlig ungeeignet. Bücher verkanten gerne in Transportbehältnissen oder ragen ungeschützt über ihren Rand hinaus oder werden gemeinsam mit Lebensmitteln und Getränkebehältern verstaut. Zum Schutz ihrer Bestände gibt die Bibliothek deshalb Taschen aus Polyester aus. Sie sollte auf ihrer Verwendung bestehen. – Fälle von absichtlicher Bücherbeschädigung (Markieren von Textpassagen, Herausreißen von Seiten) sind leider nur schwer gegenüber ihren Verursachern nachzuweisen. Häufig ist zu beobachten, dass Bücher als Schreibunterlagen missbraucht werden. – Der immer wieder neu vorgenommene Vorgang des Kopierens hat in der Vergangenheit gewaltige Einband- sowie Bindungsschäden hinterlassen und so erhebliche zusätzliche Bindekosten verursacht. Heute stehen in der Universitäts- und Landesbibliothek moderne Digitalgeräte zum Vervielfältigen von Dokumenten zur Verfügung, und das klassische Kopieren findet nur noch stark eingeschränkt statt.

### **Wertfeststellung: Prioritäten setzen**

Grundsätzlich ist es eine politische Aufgabe, eine Aufgabe des Landes, für Kulturerhaltung und insbesondere auch für den Erhalt der Schriftkultur zu sorgen. Seit 2006 stellt sich die Staatskanzlei Nordrhein-Westfalen dieser großen Herausforderung im Bereich Altes Buch durch großzügige Förderung des Projekts „Sicherung des schriftlichen Kulturerbes: Bestandserhaltung (Preservation and Conservation) in den nordrhein-westfälischen Universitäts- und Landesbibliotheken (ULB Bonn, ULB Düsseldorf, ULB Köln, ULB Münster)“.<sup>12</sup> Die nicht zu unterschätzenden Personalkosten für bibliothekarische Fach- und Hilfskräfte bringen die vier Bibliotheken jeweils als Eigenleistung ein. Je nach Etatsituation des Haushaltsjahres sieht sich die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf zusätzlich mehr oder weniger gut aufgestellt, auch Eigenmittel für Bestandserhaltung verfügbar zu machen und als feste Größe bei der Etatplanung zu berücksichtigen.

Hierbei wäre es unrealistisch, den höchsten Standard der Bestandserhaltung für das gesamte Sammelgut des Hauses anzustreben. Unter diesem Aspekt sind Prioritäten zu setzen und Entscheidungen zu treffen, für welche Teile des Gesamtbestands welches Niveau der Bestandserhaltung notwendig oder möglich ist. Trotz des Problems der Mengen, knapper Kassen und schwindender Personalressourcen ist jedoch ebenfalls zu befinden, welche Schäden von Lager- und Benutzungsbedingungen unterhalb des konzeptualisierten Standards jetzt bereits ausgehen beziehungsweise zukünftig ausgehen können. Bestandserhaltung gewinnt also in dem Maß an Bedeutung und Transparenz in der Realisierung, in dem sie sich Klarheit über das Ausmaß von Schadensbildern verschafft.

Im Rahmen von Einzelprojekten, wie sie etwa die Vorbereitungen zur Digitalisierung des Bestands zur „Düsseldorfer Malerschule“, zur „Pharmaziehistorischen Sammlung

---

<sup>12</sup> 2008 sind die Restaurierungsarbeiten der Universitäts- und Landesbibliothek mit 130.000 € großzügig unterstützt worden. Davon konnten 130 wertvolle, teils unikale alte Bücher dauerhaft gesichert werden.

Vester“ oder zur Sammlung mittelalterlicher Handschriften darstellen, kann die Universitäts- und Landesbibliothek gar nicht umhin, eine detaillierte Begutachtung der Schäden an den Einzelobjekten durchzuführen. Auch im umfänglichen Bereich der Ende des 19./Anfang des 20. Jahrhunderts erschienenen Zeitschriften sowie für ihre bedeutende, etwa 39.000 Stücke umfassende Sammlung an Schulprogrammen sind Schadensbilanzen als Erhebung objektgenauer Zustandsmerkmale zum Zweck anschließender Bestandssanierung in Arbeit.



Abb. 7: Die im Magazin aufgestellte Sammlung an Schulprogrammen: Ansicht vor (rechte Seite) und nach (linke Seite) dem Umbetten in Schutzkartonagen als Vorbereitung weiterer Instandsetzungsmaßnahmen.

Für umfangreichere, auf den Gesamtbestand bezogene Erhebungen des zu erwartenden Schadensumfangs sind im Bibliothekswesen Untersuchungen statistisch repräsentativer Stichproben üblich, bei denen nach dem Zufallsprinzip ausgewählte Bände aus einem näher definierten Bestandssegment oder ein bestimmter prozentualer Anteil von der Gesamtmenge einer speziellen Bestandsgruppe einzeln beurteilt werden. Die aus diesem Verfahren resultierenden globalen Bewertungen und strukturellen Einstufungen bilden dann die Basis für eine Gesamtübersicht des Erhaltungszustands der untersuchten Bestände. Die Aufstellung derartiger Mengengerüste ist von hohem Aufwand zunächst in der Verarbeitung und anschließend der Auswertung der erhobenen Daten – einem Aufwand, der zu Beginn der Arbeiten meist unterschätzt wird. Die besondere Bedeutung einer präzisen Definition der zu erhebenden Parameter kommt erschwerend hinzu. Die Schadenskategorien „leichter“, „mittlerer“ und „schwerer Schaden“ reichen zwar aus, den Umfang der Erhaltungsmaßnahmen hinsichtlich der hochzurechnenden Bände zu ermitteln. Sie wären

zudem von geschulten Laien durchzuführen. Eine relativ verlässliche Aussage über die für eine *Komplettsanierung* unter Berücksichtigung des *Massenbestands* anzusetzende Summe ist jedoch nur von Personal mit buchbinderischer oder restauratorischer Ausbildung und auch von diesen Fachleuten eher als Beleg und Verdeutlichung eines zu erwartenden grob überschlägigen Rahmens an Kosten zu treffen. Seitens der institutionellen Düsseldorfer Kapazität wäre ein solcher Konservierungsplan als Gesamtprotokoll nur im Verlauf eines entsprechend dimensionierten Projekts vorzulegen. Über die in Gang kommende und angezielte Verstetigung der Ausgaben für Bestandserhaltung (siehe oben) und die damit verbundene Gewährleistung kontinuierlicher Mengenbearbeitung sieht sich die Universitäts- und Landesbibliothek derzeit jedoch auf einem guten Weg, dem Anwachsen der nicht mehr oder nur eingeschränkt benutzbaren Bestände auch jenseits einer am Gesamtbestand entwickelten Zustandsbeschreibung Einhalt zu gebieten. Was sie vordringlich zu tun hat, ist eine Rangordnung unter den bereits vorliegenden und registrierten Schadensanteilen im Bestand aufzustellen und von dieser dann auszugehen, so schwierig das auch sein mag.

Ein wichtiges Kriterium für Anlass und Zeitpunkt der fachgerechten Instandsetzung ist die Relevanz von Büchern im Rahmen ihrer Nutzung. Kommen Bücher aus Ausleihvorgängen beschädigt zurück oder werden beschädigte Bücher stark nachgefragt, wird ihnen grundsätzlich Priorität bei den Erhaltungsmaßnahmen eingeräumt. Die weitere Auswahl und Zusammenstellung von beschädigtem Bibliotheksgut richtet sich nach dem (bedingt messbaren) materiellen und dem (nur schwer messbaren) immateriellen oder intrinsischen Wert. Letzterer orientiert sich an jenen schwer zu strukturierenden und Einzelfallprüfung voraussetzenden Aspekten, die dem jeweiligen Werk einen außergewöhnlichen Status verleihen und vielfach auch seinen materiellen oder Versicherungswert erheblich steigern. Dazu gehören Bücher aus außergewöhnlichen Bestandsgruppen (Handschriften, Inkunabeln, Sondersammlungen); Unikate und Raritäten, das heißt nach aktuellem Kenntnisstand bestandsmäßig kaum nachzuweisende Werke; Bücher aus besonderen Provenienzen, besonders aus für die Geschichte der Bibliothek wichtigen Provenienzen, und von prominenten Vorbesitzern; Bücher, versehen mit besonderen Besitz- und Zensurvermerken, Annotationen, Marginalien, Signatureschildern, Stempeln und so weiter; Werke mit regionalem Bezug (auch Pflichtexemplare); Werke von besonderem fachwissenschaftlichem oder historisch-ästhetischem Wert (besonders auch historische Einbände); Werke mit spezifischen Schäden, Bücher etwa, die sich aufgrund ihrer Inhaltsstoffe selbst zerstören. Eine objektgerechte materielle Erhaltung stellt handwerklich beziehungsweise technisch heute in der Regel nahezu kein Problem dar. Auf dem hohen Stand des entwickelten restauratorischen Wissens kann fast jede Zerstörung geschriebenen und gedruckten Kulturguts aufgehalten werden. Über die Machbarkeit entscheiden letztlich die aufzuwendenden Mittel.

So ist als wesentliche Voraussetzung von Rettungsmaßnahmen jener um Priorisierung bemühte übergreifende Konsens herzustellen, in dessen Prozess sich entscheidet, welche Objekte aus der Vergangenheit zukunftsweisend in die schriftliche Überlieferung eingehen können und sollen. Die Leserinnen und Leser der Universitäts- und Landesbibliothek, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universität, die Bürgerinnen und Bürger der Stadt und Region sind in besonderer Weise dazu aufgerufen, ihre Möglichkeit der Beteiligung an dieser Sicherung wahrzunehmen. Mäzene und Sponsoren, die bereit sind, Patenschaften für die Rettung eines bedeutsamen historischen Werks aus dem Düsseldorfer Bestand zu übernehmen oder kleine und kleinste Spenden dazu beizutragen, helfen

der Universitäts- und Landesbibliothek, das uns allen gemeinsame kulturelle Gedächtnis dauerhaft zu erhalten.

## Danksagung

Den Restauratoren der Werkstatt der Universitäts- und Landesbibliothek, meinen im Bereich Bestandserhaltung vorbildlich tätigen Kollegen Ulrich Schlüter und Otmar Wetten, schulde ich, über die Erstellung des Bildmaterials hinaus, großen Dank für ihre Unterstützung.

## Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER HOCHSCHULBIBLIOTHEKEN IM VERBAND DER BIBLIOTHEKEN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (1980). „Zur Situation der Altbestände in Hochschulbibliotheken des Landes Nordrhein-Westfalen“, *Mitteilungsblatt* 80, 267–289.
- BREITLING, Saskia (2007). *Mikroverfilmung und Digitalisierung als Mittel der Langzeitarchivierung*. Berlin.
- FABIAN, Bernhard (2007). *Ansprache – Nationaler Aktionstag zur Erhaltung des schriftlichen Kulturgutes*. Dresden, 2. September 2007. <http://www.slub-dresden.de/fileadmin/groups/homepage/Dateien/Fabian-Ansprache-Dresden.pdf> (09.06.2009).
- FELDMANN, Reinhard und Michael HERKENHOFF (2009). „Literarischer Denkmalschutz – Bestandserhaltung in nordrhein-westfälischen Bibliotheken“, *Pro Libris* 14, 22–25.
- HÄHNER, Ulrike (2006). *Schadensprävention im Bibliotheksalltag*. München.
- SCHLÜTER, Ulrich und Otmar WETTEN (1998). „Ein altes Buch und seine Restauratoren“, in: FORSCHUNGSINSTITUT FÜR MITTELALTER UND RENAISSANCE und UNIVERSITÄTS- UND LANDESBIBLIOTHEK DÜSSELDORF (Hrsg.). *Buchpaten gesucht*. Düsseldorf, 109–111.
- SCHNEIDER-KEMPF, Barbara (Hrsg., 2009). *Zukunft bewahren. Eine Denkschrift der Allianz zur Erhaltung des schriftlichen Kulturguts*. Berlin.
- TRAUBE, Ludwig (1909). *Vorlesungen und Abhandlungen. Bd. 1. Zur Paläographie und Handschriftenkunde*. München.
- WEBER, Hartmut (1998). „Konversion als Erhaltungsmaßnahme“, in: STAATSBIBLIOTHEK ZU BERLIN – PREUSSISCHER KULTURBESITZ (Hrsg.). *Wettlauf mit der Zeit: Bestandserhaltung in wissenschaftlichen Bibliotheken*. Berlin, 37–50.
- WILLICH, Petra (2001). *Bestandserhaltung als Aufgabe des Bibliotheksmanagements*. Berlin.

**ZIM – Zentrum für Informations- und  
Medientechnologie**





# **MANFRED HEYDTHAUSEN und ROBERT MONSER**

## **Die Entwicklung eines Portals für die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

### **Zusammenfassung**

Seit dem Jahr 2007 wird die Planung eines Portalsystems für die Universität mit zunehmender Intensität betrieben. Das technische E-Learning-Konzept aus jenem Jahr fordert die Implementierung eines E-Learning-Portals als Integrationsinstrument für unterschiedliche E-Learning-Komponenten: Es soll administrativ ausgerichtete Systeme wie LSF und Lern-Content-Management-Systeme (LCMS) wie ILIAS, Casus oder moodle sowie die Bibliothekssysteme integrieren. Den Studierenden und Dozierenden soll es als Einstiegsseite dienen, die ihnen wesentliche Funktionen der angeschlossenen Systeme unter einer einheitlichen Oberfläche und unter einer einheitlichen Kennung zur Verfügung stellt. Wenn nötig, sollen Daten und Informationen aus einem Subsystem in ein anderes aktiv durch das Portal transferiert werden.

Mit der Planung und Entwicklung eines Portals für die Heinrich-Heine-Universität wurde vom Rektor im Jahr 2008 eine universitätsweite Arbeitsgruppe, die AG Portale, beauftragt.<sup>1</sup> Als externer Berater steht Herr Axel Maurer von der Universität Karlsruhe der AG Portale zur Seite. Herr Maurer war in Karlsruhe an der Planung und Entwicklung der dortigen Portallösung maßgeblich beteiligt. Als erstes Ergebnis ihrer Arbeit werden ab dem Wintersemester 2009/2010 ein Studierenden- und ein Dozierendenportal allen Fakultäten zur breiten Nutzung angeboten. Der vorliegende Bericht beschreibt Ziele, Konzeption, Realisierungsstrategie und visionäre Aspekte dieser Portalentwicklung. Die Realisierung eines E-Learning-Portals ist der erste Schritt auf dem Weg der Entwicklung eines universitätsweiten Portals. Die Finanzierung der bisherigen Entwicklungsschritte erfolgte im Wesentlichen durch Eigenmittel des Zentrums für Informations- und Medientechnologie (ZIM, Direktor Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich) und durch Fördermittel aus dem Projekt HeinEcomp (Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen), die bis Ende des Jahres 2010 läuft. Die Finanzierung von Entwicklungsschritten, die über diesen Zeitrahmen hinausgehen, ist Gegenstand der Planung und Diskussion.

---

<sup>1</sup> Unter Leitung des Erstautors dieses Beitrags konstituiert sich die AG Portale im April 2008 mit den nachstehend genannten Mitgliedern: Dr. Michael Beurskens, Juristische Fakultät; Jan Gerken, Zentrale Universitätsverwaltung; Dr. Manfred Heydthausen, Zentrum für Informations- und Medientechnologie/Multimediazentrum; Prof. Dr. Klaus Kröncke, Medizinische Fakultät; Ralf Matalla, Universitäts- und Landesbibliothek; Prof. Dr. Albrecht F. Michler, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät; Robert Monser, Zentrum für Informations- und Medientechnologie/Multimediazentrum; Prof. Dr. Dieter Schumacher, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät; Timo van Treeck, Philosophische Fakultät; Urs Zimmermann als Vertreter der Studierendenschaft. Ein zweiter Studentischer Vertreter wurde vom AStA noch nicht benannt.

## **Ziele eines universitätsweiten Portals: Integration, Personalisierung und Prozessunterstützung**

Der Begriff des Portals droht zum Allgemeinplatz zu werden. Nahezu jede Webseite bezeichnet sich als Portal, wenn sie nur ein breiteres und strukturiertes Informationsangebot verwaltet oder die Einstiegsseite zu einer Organisation, Firma oder Verwaltung darstellt. Eine ernsthafte Portalentwicklung wird über eine klare Definition ihrer Ziele belegen müssen, warum und in welchem Sinne sie sich als „Tür“, möglichst als „Tür mit Mehrwert“, versteht.

Portale können unterschiedliche Zielrichtungen verfolgen. Neben dem Schwerpunkt der Inhaltsverwaltung kann die Schaffung von virtuellen Arbeitsräumen oder Communities oder die Integration von Informationen, Daten und Anwendungen im Vordergrund stehen. In ihren anfänglichen Diskussionen hat sich die AG Portale für den dritten der genannten Schwerpunkte, die Integration, entschieden und dies in einer Empfehlung an die Kommission für Informationsversorgung und -verarbeitung sowie neue Medien (KIM) formuliert:

Die AG empfiehlt die Planung und Implementierung universitätsweiter *personalisierter* Service-Portale für Studierende, Dozierende und Mitarbeiter, die die für die Einzelpersonen und Nutzergruppen relevanten Informationen und Daten optimal aufbereiten und eine *integrierende* Plattform für alle Online-Dienste und insbesondere eLearning-Dienste der Universität darstellen. Bei der Integration sind nicht nur einzelne isolierte Dienste zu betrachten, sondern ihre Einbettung in zielgerichtete *Geschäftsprozesse*.

Als erste Stufe der Umsetzung eines universitätsweiten Portals wird die Realisierung eines eLearning-Portals empfohlen.

Die KIM schloss sich dieser Empfehlung an.

Die in dieser Empfehlung hervorgehobenen Eigenschaften sollen zur besseren Verständlichkeit an einem Beispiel konkretisiert werden. Im Kontext der ersten Realisierungsstufe „E-Learning-Portal“ greifen wir dazu auf das Konzept der „Lehrveranstaltung“ zurück. In Abbildung 1 stellen die im Kreis angeordneten Einzeltätigkeiten einen Ausschnitt aus dem Prozess des Lehrveranstaltungsmanagements dar. Dies ist nur eine vereinfachte Darstellung, in der Realität ist der Prozess wesentlich komplexer und besteht aus sehr viel mehr Einzelschritten, die auch nicht immer in einer übersichtlichen Kreisstruktur angeordnet sind.

Dieses Diagramm macht drei Aspekte deutlich:

1. Zur IT-Unterstützung des Prozesses ist eine Vielzahl von Softwaresystemen notwendig – zumindest hat sich ihre Nutzung in diesem Kontext historisch so entwickelt: LSF für das Anlegen der Veranstaltung und die Informationsaufbereitung für das „grüne Vorlesungsverzeichnis“, LSF für die Belegung und Zulassung zu Veranstaltungen in allen Fakultäten außer der Medizinischen, die Online-Einschreibung für die Belegung von Veranstaltungen in der Medizinischen Fakultät, POS für die Anmeldung zu Prüfungen, ILIAS und moodle als LCMS zur Unterstützung des systematischen Lernens und für kommunikative Funktionen, Casus als LCMS zur Unterstützung des fallorientierten Lernens sowie verschiedene Systeme der ULB wie zum Beispiel MILESS. Ein besonderes Problem stellt der Umstand dar, dass die genannten Systeme zur Unterstützung von Studierenden und Dozierenden zum großen Teil beziehungs- und schnittstellenlos nebeneinanderstehen. Die Gesamtsituation verschlimmert sich mit der

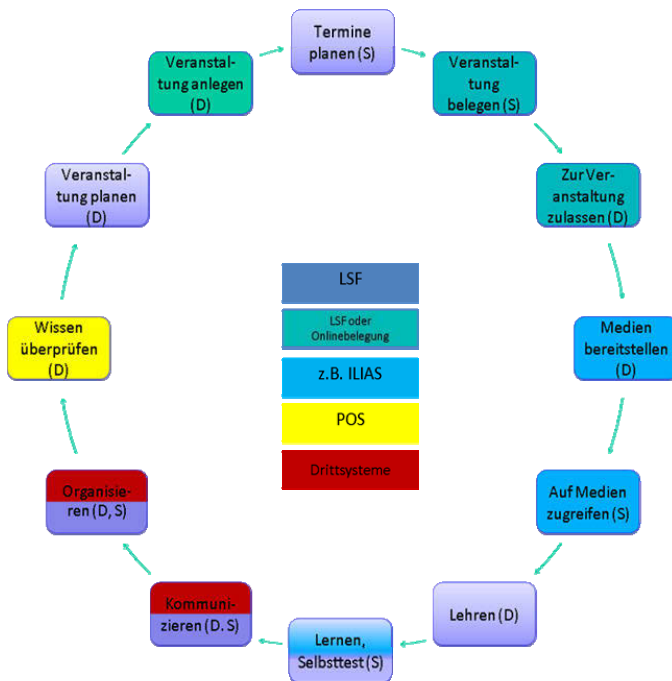


Abb. 1: Prozesskreis „Lehrveranstaltungsmanagement“ mit Akteuren und unterstützenden Systemen

Implementierung jedes weiteren Systems drastisch. Ein Lösungsansatz besteht in der Integration der vorhandenen Systeme in einer gemeinsamen „Hülle“, woraus sich der Schwerpunkt des Portals als *Integration* bereits bestehender Funktionalitäten, Daten und Informationen unter einem gemeinsamen Zugang und einer gemeinsamen Oberfläche ableiten lässt. Das Zusammenspiel vorhandener Systeme soll verbessert werden, die Schaffung neuer Funktionalitäten oder gar eines ersetzenden Systems steht nicht im Vordergrund und ist nicht geplant.

- Es gibt zwei wesentliche Akteure, Studierende (in der Grafik mit „S“ abgekürzt) und Dozierende („D“). In Bezug auf eine konkrete Lehrveranstaltung ist auch der Personenbezug konkret: Bestimmte Einzelpersonen bieten als Dozierende diese Lehrveranstaltung an und andere bestimmte Einzelpersonen nehmen an der Veranstaltung als Studierende teil. Das Portal muss die Bestimmtheit der Personen abbilden; das heißt, es handelt sich um einen *personalisierten* Portalansatz: Eine konkrete Person meldet sich an, sie kann dann auf ihre Daten im Sinne von „Meine Veranstaltungen“, „Meine Termine“ und so weiter zugreifen. Im Zusammenspiel mit dem so genannten Identitätsmanagement wird über das Portal ein Single-Login realisiert. Nach der Anmeldung im Portal stehen viele Funktionen und Daten der Subsysteme direkt unter der Oberfläche des Portals zur Verfügung. Sollte der direkte Zugriff auf ein Subsystem nötig wer-

- den, so ist der Aufruf aus dem Portal ohne erneute Anmeldung oder Passworteingabe möglich.
3. Abbildung 1 beschreibt eine geordnete und logisch aufeinander aufbauende Abfolge von Einzelschritten, einen Prozess. Ansätze für prozessorientierte Betrachtungen gibt es nicht nur im Rahmen des Veranstaltungsmanagements, sondern auch in anderen Bereichen: Klausur- und Prüfungsmanagement, Benachrichtigungs-Workflows oder die Übertragung von Daten und Informationen aus einem Subsystem in ein anderes, um nur wenige und sehr einfache Prozessaspekte zu nennen. Das Portal muss in der Lage sein, Verfahren, Abläufe und *Prozesse* zu unterstützen. Damit verbunden ist ein nicht trivialer Paradigmenwechsel in der Hochschul-IT: der Wechsel von der datenorientierten zur prozessorientierten Sicht.

### Integrations- und technische Struktur des E-Learning-Portals

Anhand der oben skizzierten Eigenschaften des Portals für die Heinrich-Heine-Universität kann dessen Integrations- und technische Struktur erläutert werden. Abbildung 2 zeigt dies am Beispiel des E-Learning-Portals mit dem Realisierungsstand vom Wintersemester 2009/2010.

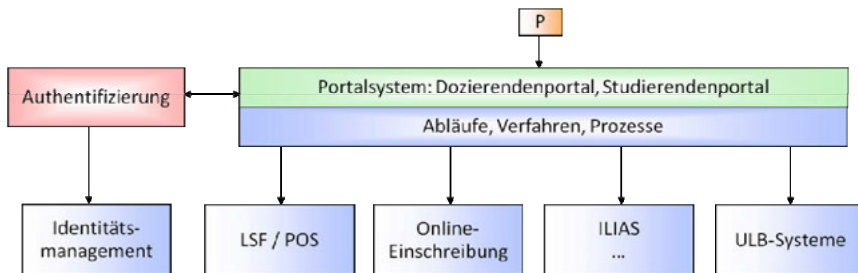


Abb. 2: Integrations- und technische Struktur des E-Learning-Portals

Die Diskussion des Leistungsumfang für Dozierende und Studierende führte zu der Entscheidung, die Funktionalitäten für diese beiden Nutzergruppen formal auf zwei unterschiedliche Portale mit identischer technischer Realisierung aufzuteilen, das Studierendenportal und das Dozierendenportal. Grund dafür waren zum einen die wenigen funktionalen Überschneidungen in den Leistungen für Studierende und Dozierende und zum anderen die Möglichkeit der konsistenten Trennung von Daten und Rechten in den beiden Portalen. In Abbildung 2 sind die beiden Portale unter dem Begriff „Portalsystem“ zusammengefasst.

Dargestellt ist eine konkrete nutzende Einzelperson „P“. Diese Person „P“ meldet sich mit ihrer Individualkennung und ihrem Passwort bei einem der beiden Portale an. Die Authentifizierung, das heißt die Überprüfung der Berechtigung, das Portal nutzen zu dürfen, wird im Zusammenspiel mit dem Identity-Managementsystem der Universität erledigt. Danach ist „P“ als berechtigter User gegenüber dem Portal bekannt und dieses kann aus den angeschlossenen Subsystemen für „P“ relevante und wichtige Informationen abrufen, zum Beispiel die belegten Lehrveranstaltungen für einen Studierenden oder die eigenen,

als Dozierender verantworteten Lehrveranstaltungen. In Abbildung 3 wird der Realisierungsstand des Anschlusses von Subsystemen im Detail erläutert.

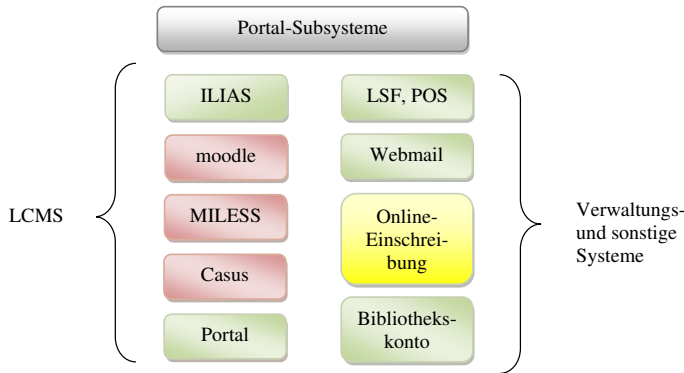


Abb. 3: Realisierungsstand Portal-Subsysteme; rot: Leistung geplant, aber Realisierung noch nicht in Angriff genommen; gelb: Leistung in Entwicklung, zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur zum Teil fertiggestellt; grün: Entwicklung abgeschlossen

Ein erster im Portal realisierter komplexer Prozess ist die Übertragung von Lehrveranstaltungen von LSF nach ILIAS einschließlich der in LSF zugelassenen Studierenden als zugriffsberechtigte Nutzer in ILIAS.

Die IT-technische Realisierung von Dozierenden- und Studierendenportal basiert auf dem Microsoft Office Sharepoint Server 2007 (MOSS). Bei der Auswahl der technischen Basis wurde auf Referenzinstallationen in großen deutschen Hochschulen und deren Erfahrungen mit der Implementierung von Portaltechnologien zurückgegriffen. Referenzen sind zum Beispiel die Universität Karlsruhe, die RWTH Aachen und die Universität Hamburg. Die Infrastruktur für die Portale wird vom Zentrum für Informations- und Medientechnologie betrieben. Die Entwicklungsziele und -schritte werden von der AG Portale formuliert und priorisiert. Die daraus resultierende Aufgabenliste wird von einer Entwicklergruppe unter Berücksichtigung der vorgegebenen Meilensteine technisch umgesetzt.

## Leistungsportfolio für Studierende und Dozierende

Der Erarbeitung eines detaillierten Leistungsportfolios für Studierende und Dozierende wurde in den AG-Sitzungen im Jahr 2008 breiter Raum gewidmet. Um insbesondere hinsichtlich der Studierendenbelange einen Überblick über die Bedürfnisse zu erhalten, wurden Studierendenvertreter aus allen Fakultäten in die Diskussionen einbezogen. Die Leistungen der Portale werden vom Studierendenvertreter und den Fakultätsvertretern in der AG Portale ständig fortgeschrieben. Wesentliche Grundlage der Fortschreibung sind die im Sommersemester 2009 während eines Probebetriebes gesammelten Erfahrungen in den Fakultäten. Auch die nutzenden Studierenden und Dozierenden haben die Möglichkeit, im Portal Anregungen und Realisierungswünsche zu hinterlegen. Die bis Juni 2009 formulierten Anregungen wurden von der AG Portale gesichtet, eingehend diskutiert und je nach Entscheidung in das aktuelle Portfolio des jeweiligen Portals integriert.

## Dozierendenportal

Abbildung 4 gibt einen Eindruck von der Gestaltung des Dozierendenportals und skizziert durch das horizontal angeordnete Hauptmenü den Leistungsumfang für die Dozierenden: Lehrveranstaltungen, Termine, Services, Arbeitsgruppen, Informationen, Verzeichnisse und Hilfe.

**PORTAL FÜR DIE DOZIERENDEN  
DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

LEHRVERANSTALTUNGEN | TERMINE | SERVICES | ARBEITSGRUPPEN | INFORMATIONEN | VERZEICHNISSE | HILFE | ADMINISTRATION | ABMELDEN

HHU Dozierendenportal

**ALLGEMEINE MELDUNGEN** HILFE **FEHLERMELDUNGEN**

**Hotline 15152 zur Nutzung des Dozierendenportals** 01.10.2009 10:34:22  
! neu von kocher  
 Vom 28.09. bis zum 06.11.2009 steht Ihnen eine Hotline unter der Rufnummer (0211-01-15152 zur Verfügung, die Ihnen bei Fragen rund um das Dozierendenportal weiterhilft.  
 Die Hotline ist besetzt werktags zwischen 10-12 Uhr sowie 14-17 Uhr.

**Kurse zum Dozierendenportal** 22.08.2009 11:09:20  
! neu von heydth  
 Einführungskurse zur Nutzung des Dozierendenportals werden angeboten und koordiniert von Frau Claudia Dehling im Multimediazentrum (dehling@uni-duesseldorf.de).

**Überarbeitetes Layout!** ! neu von heydth 22.09.2009 11:06:33  
 Ab dem 28.09.2009 werden die Portale ein überarbeitetes Layout haben. In Zusammenarbeit mit Prof. Kortmacher wurden die Gestaltung und die Usability des Portals optimiert. Die Entwicklung verbessert vieles, wurde aber unter dem Gesichtspunkt der "Evolution" vorgenommen, so dass sich erfahrene Nutzer ohne Schwierigkeiten auch in der neuen Umgebung zurechtfinden werden.

Diese Anwendung befindet sich zur Zeit in einer Pilotphase. Daher sind technische Fehler/Bugs nicht auszuschließen.  
 Helfen Sie uns, das Portal zu verbessern! Melden Sie technische Fehler/Bugs in unserem Ticketsystem unter [dozierendenportal@uni-duesseldorf.de](mailto:dozierendenportal@uni-duesseldorf.de).

**ANREGUNGEN UND VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE**  
 Alle Anregungen und Verbesserungsvorschläge werden von den Mitgliedern der AG Portale diskutiert und auf Umsetzbarkeit geprüft.

Titel	Geändert	Status	Antworten
Materialien für den SharePoint-Bereich als Stellvertreter abrufen	01.10.2009 12:28	keine Angabe	0
Foto der Startseite	30.09.2009 10:09	keine Angabe	1
Stellvertreterbenennung	26.09.2009 20:19	keine Angabe	0
"Heute" im Kalender	26.09.2009 20:13	keine Angabe	1
Bücherrückgabe im Kalender	26.09.2009 20:08	keine Angabe	1
Einstellung eines Serientermins für Lehrveranstaltungen	13.08.2009 12:21	keine Angabe	1

(Alle Elemente...)

Neue Anregung/Verbesserungsvorschlag hinzufügen

KONTAKT | IMPRESSUM

Abb. 4: Die Startseite des Dozierendenportals

Details zum Leistungsumfang gibt Abbildung 5. Unter den dunkelgrauen Blöcken, die einen Funktionsbereich darstellen, sind wichtige Einzelfunktionen oder Funktionsgruppen in farblich codierten Blöcken repräsentiert.

Die Zusammenstellung macht deutlich, dass ein wesentlicher Schwerpunkt des Leistungsangebots für die Dozierenden im Bereich der Lehrveranstaltungsunterstützung liegt. Nutzt ein Dozierender das Portal konsequent zur Unterstützung seiner Veranstaltungen, ergeben sich für ihn eine Reihe unmittelbarer Vorteile.

## Kommunikation von Ankündigungen

Der Dozierende kann zu seiner Veranstaltung im Portal Informationen, Ankündigungen und Hinweise hinterlegen, zum Beispiel eine Information, wenn ein Veranstaltungstermin ausfällt oder verschoben werden muss. Alle zur Veranstaltung zugelassenen Studierenden sehen dann diese Ankündigung direkt auf „ihrer“ Startseite im Studierendenportal, auf der die so genannten Alerts deutlich kenntlich gemacht sind.

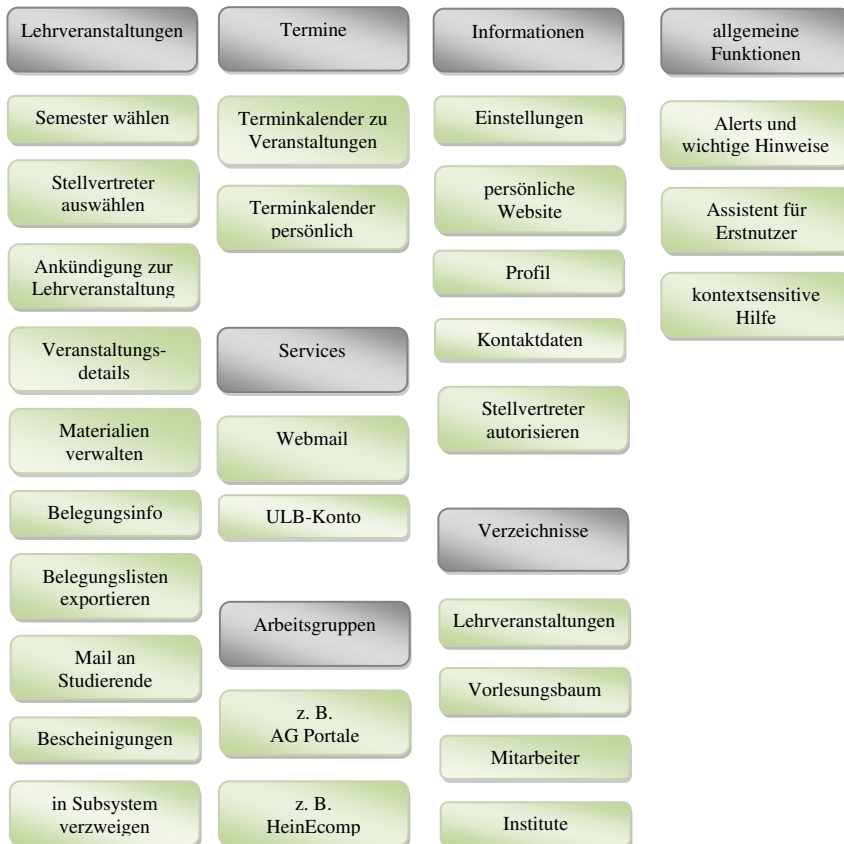


Abb. 5: Leistungsumfang des Dozierendenportals

### Definition eines Lernraums

Einer der wesentlichen Vorteile ist die Integration von Lehrveranstaltung und LCMS. Jeder Dozierende kann – eine volle Integrationsleistung des Portals vorausgesetzt – zu seiner Veranstaltung den Lernraum in Form unterschiedlicher LCMS definieren. Die Ausgestaltung des Lernraums und seine Handhabung können durch unterschiedliche Kriterien beeinflusst werden. Sollen beispielsweise nur einfache Dateien als Lehr- und Lernmaterial zur Verfügung gestellt werden, so kann dies durch eine portalinterne Ablage der Materialien erreicht werden. Bei didaktisch anspruchsvollen Szenarien wird unter Umständen ILIAS als LCMS zum Einsatz kommen. Dieses kann zum großen Teil direkt vom Portal aus bedient werden, ohne dass die Notwendigkeit besteht, ILIAS selbst zu betreten. Schließlich kann auch eine Kombination unterschiedlicher LCMS als Lernraum zu einer Veranstaltung sinnvoll sein, wie beispielsweise die Kombination eines Systems zur Un-

terstützung systematischen Lernens und eines Systems zur Realisierung fallorientierten Lernens.

### **Unaufwändige Materialverwaltung**

Unabhängig von der Ausgestaltung des Lernraums wird stets das Ziel verfolgt, die Verwaltung von Lehr- und Lernmaterialien für den Dozierenden unaufwändig zu gestalten. Dies geschieht in aller Regel dadurch, dass die Leistungen eines LCMS direkt vom Portal aus angesprochen werden können.

### **Unterstützung bei der Einhaltung von Urheberrechtsschutzbedingungen**

Nutzt ein Dozierender in seinen Lehr- und Lernmaterialien Abbildungen, Tabellen oder Medien, an denen Dritte Rechte haben, so wird er zur legalen Verwendung der Materialien in Lehrveranstaltungen einen „bestimmt abgegrenzten“ Nutzerkreis garantieren müssen. Dabei unterstützt ihn das Portal: Diese Bedingung ist erfüllt, wenn die Materialien über das Portal verwaltet und in einem angeschlossenen Subsystem (oder im Portal selbst) gespeichert werden. Dann erhalten nur zu der Veranstaltung zugelassene Studierende Zugriff auf die Materialien. Sie müssen sich mit Kennung und Passwort autorisieren; diese Autorisierungsmerkmale erhalten nur Mitglieder und Angehörige der Universität.

### **Benennung von Stellvertretern**

Dozierende können für ihre Arbeit mit und an den Lehrveranstaltungen im Portal Stellvertreter benennen. Diese können dann insbesondere Ankündigungen hinterlegen, Materialien einstellen und die Beschreibungstexte zur Veranstaltung pflegen. Auf die persönlichen Bereiche der Dozierenden im Portal haben die Stellvertreter keinen Zugriff.

Neben den veranstaltungsbezogenen Mehrwerten für die Dozierenden sind an weiteren Mehrwerten beispielhaft zu nennen:

### **Persönliche Website**

Für jeden Dozierenden wird innerhalb des Portals eine persönliche Website angelegt, die insbesondere die Verwaltung von Dokumenten erlaubt. In diesem Bereich können auch Lehr- und Lernmaterialien entwickelt und nach Fertigstellung unter einer Lehrveranstaltung den Studierenden zur Verfügung gestellt werden. Natürlich wird die persönliche Website gesichert. Sie steht dem Dozierenden unter seiner Kennung und seinem Passwort überall zur Verfügung.

### **Zugriff auf die Webmail und auf Bibliotheksdienste**

Durch die Integrationsleistung des Portals sind auch diese Dienste unterschiedlicher Anbieter direkt über das Portal erreichbar. Die Technik des Single-Login erfordert keine neuerliche Anmeldung, falls der Dozierende dies einmal so konfiguriert hat.



## Kollaboration

Der Hauptmenüpunkt „Arbeitsgruppen“, der den Dozierenden zur Verfügung steht, geht über das Leistungsspektrum der reinen Unterstützung von E-Learning und E-Teaching hinaus. Jedem Dozierenden wird hiermit die Möglichkeit geboten, sich mit anderen Dozierenden der Universität in Arbeitsgruppen zu organisieren. Einer solchen Arbeitsgruppe stehen dann intern zu nutzende Kollaborations- und Kooperationsfunktionen zur Verfügung. Eine Kollaborationsumgebung muss von den Administratoren des Portals noch eingerichtet werden. Es ist geplant, die Einrichtung als Selbstbedienungsfunktion anzubieten.

## Studierendenportal

Auch hier soll ein Screenshot (Abb. 6) einen ersten Eindruck von der Gestaltung und einen Überblick über den Leistungsumfang geben: Studium, Semester, Services, Verzeichnisse, Einstellungen und Hilfe.

Unter „Allgemeine Meldungen“ auf der Startseite erhält der Studierende auch seine individuellen Eilmeldungen, zum Beispiel über ausfallende Lehrveranstaltungen, falls der Dozierende dies im Dozierendenportal eingetragen hat, Informationen über auslaufende Buchausleihfristen, Hinweise auf anstehende Klausuren und Prüfungen und vieles mehr.

**PORTAL FÜR DIE STUDIERENDEN  
DER HEINRICH-HEINE-UNIVERSITÄT DÜSSELDORF**

STUDIUM SEMESTER SERVICES VERZEICHNISSE EINSTELLUNGEN HILFE ABMELDEN

HHU Studierendenportal

**ALLGEMEINE MELDUNGEN** HILFE

**Überarbeitetes Layout!** von Heysth 22.09.2009 11:06:33  
Ab dem 28.09.2009 werden die Portale ein überarbeitetes Layout haben. In Zusammenarbeit mit Prof. Kortmacher wurden die Gestaltung und die Usability des Portals optimiert. Die Entwicklung verbessert vieles, wurde aber unter dem Gesichtspunkt der "Evolution" vorgenommen, so dass sich erfahrene Nutzer ohne Schwierigkeiten auch in der neuen Umgebung zurechtfinden werden.

**FEHLERMELDUNGEN**  
Diese Anwendung befindet sich zur Zeit in einer Pilotphase. Daher sind technische Fehler/Bugs nicht auszuschließen.  
Helfen Sie uns, das Portal zu verbessern! Melden Sie technische Fehler/Bugs in unserem Ticketsystem unter [studierendenportal@uni-duesseldorf.de](mailto:studierendenportal@uni-duesseldorf.de).

**ANREGUNGEN UND VERBESSERVORSCHLÄGE**  
Alle Anregungen und Verbesserungsvorschläge werden von den Mitgliedern der AG Portale diskutiert und auf Umsetzbarkeit geprüft.

Titel	Geändert	Status	Antworten
anregung	01.10.2009 10:12	keine Angabe	1
Vortlesungsbaum	30.09.2009 14:12	keine Angabe	1
"NewForm"	26.09.2009 15:47	keine Angabe	0
Mein/Meine	26.09.2009 15:40	keine Angabe	1
"Studienbescheinigung"	26.09.2009 15:39	keine Angabe	0
Impressum und Kontakt zusammenfassen	26.09.2009 15:34	keine Angabe	0

(Alle Elemente...)

Neue Anregung/Verbesserungsvorschlag hinzufügen

KONTAKT IMPRESSUM

Abb. 6: Startseite des Studierendenportals

Analog zur detaillierten Darstellung im Dozierendenportal zeigt die folgende Zusammenstellung Einzelheiten zum Leistungsumfang im Studierendenportal.

Ein wesentliches Element ist, dass ein Studierender seine Veranstaltungen nicht nur in tabellarischer Form, sondern auch in der Terminkalenderdarstellung einsehen kann. Aus

dem Kalender kann der Studierende direkt auf die Materialien zur jeweiligen Veranstaltung zugreifen. Die Materialien aus unterschiedlichen LCMS werden kumuliert und sind gemeinsam abrufbar (Abb. 7).

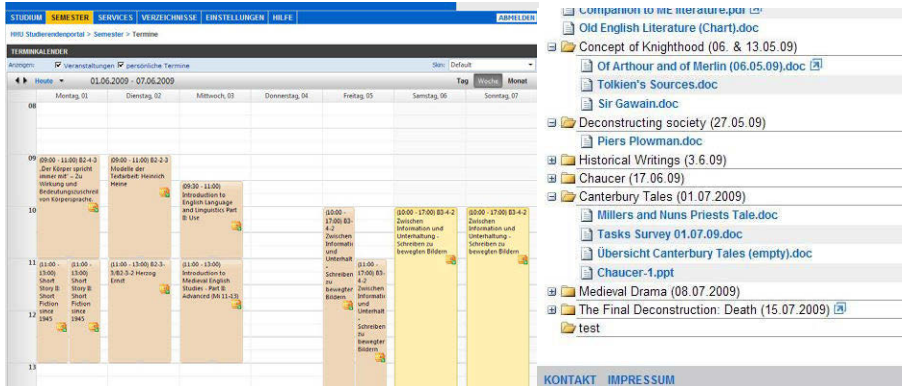


Abb. 7: Terminkalender mit Materialien zur Veranstaltung

Für die Studierenden ist der Nutzen aus der Integrationsleistung des Portals sehr groß. Aus jedem integrierten Subsystem erhalten sie Informationen, Daten und Funktionen mit direktem Nutzen für die tägliche Arbeit und für die individuelle Gestaltung und Organisation des Studiums. Details zu den realisierten Funktionsgruppen zeigt Abbildung 8. Die Farbcodierung macht deutlich, dass sich nur noch wenige Funktionen im Stadium der Entwicklung befinden.

## Nutzen und Mehrwert von Studierenden- und Dozierendenportal

Die beste Beurteilung von Nutzen und Mehrwert ergibt sich nach einer genügend langen Nutzungszeit anhand einer ernsthaften Evaluation des Nutzerverhaltens und der Nutzerzufriedenheit. Da der vorliegende Aufsatz ein Bericht über die Planung und die Entwicklung des Portals ist, der zum Zeitpunkt des ersten breiten Einsatzes veröffentlicht wird, liegt eine Evaluation in dem eben genannten Sinn nicht vor. Im Folgenden wird auf den intendierten Mehrwert eingegangen.

Bei der Beurteilung des Mehrwertpotenzials betrachten wir drei Zielgruppen: die Studierenden, die Dozierenden und die Hochschule als organisatorische Einheit insgesamt. In Tabelle 1 ist eine Nutzenbewertung für diese Zielgruppen in Bezug auf wichtig erscheinende Bewertungskriterien eingetragen. Auf einige wichtige Aspekte soll hier näher eingegangen werden.

Den größten Nutzen und Mehrwert werden die Studierenden aus der Portalentwicklung ziehen können. Für sie tritt neben die Integration unterschiedlicher Quellsysteme für Daten, Informationen und Funktionen eine zweite und von der ersten unabhängige, aber nicht generell unabhängige Integrationsdimension: Wenn die Dozierenden das Dozierendenportal in einem hohen Maß annehmen und nutzen, dann schaffen sie für die Studierenden ein echtes „Portal“ – eine „Tür“ zum Lehrveranstaltungsraum der Heinrich-Heine-Universität.

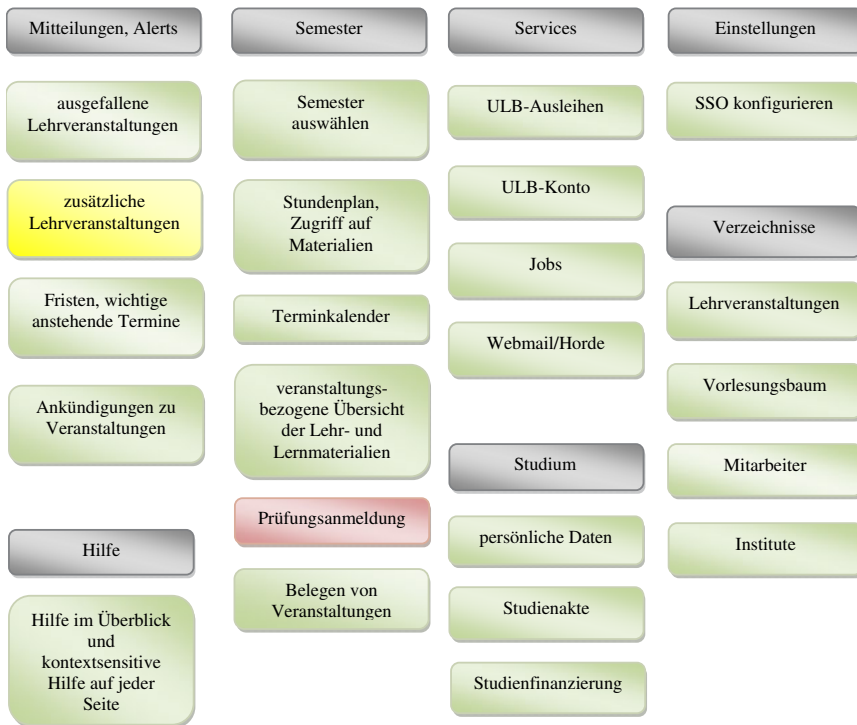


Abb. 8: Leistungsumfang des Studierendenportals; rot: Leistung geplant, aber Realisierung noch nicht in Angriff genommen; gelb: Leistung in Entwicklung, zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur zum Teil fertiggestellt; grün: Entwicklung abgeschlossen

Dann nämlich steht den Studierenden ein Einstiegspunkt für alle Veranstaltungen und Materialien zu diesen Veranstaltungen zur Verfügung. Dieser Einstiegspunkt ist unabhängig von Fakultät, Fach, Fächerkombination oder Dozierenden, deren Veranstaltungen gehört werden.

Diesen Nutzen für die Studierenden müssen die Dozierenden *in toto* generieren, auch wenn ihnen kein analoger Vorteil angeboten werden kann: Aus Dozierersicht bietet die Nutzung des Portals beispielsweise nur für die Ablage von Materialien zu den eigenen Veranstaltungen wenig Vorteile gegenüber der Nutzung der eigenen Homepage für diesen Zweck. Erst ein Perspektivwechsel und die Betrachtung des Portals aus Studierendensicht macht den Mehrwert für die Hochschule insgesamt deutlich.

Aber auch für den einzelnen Dozierenden bietet die Nutzung des Portals entscheidende Mehrwerte, auf die weiter oben bereits ausführlich eingegangen wurde. Deshalb seien sie hier nur stichwortartig wiederholt:

- direkte Kommunikation von Ankündigungen in das Studierendenportal zu den unmittelbar Betroffenen;
- Definition eines Lernraums, der auch aus unterschiedlichen LCMS bestehen kann;

Aspekt	Hochschule	Dozierender	Studierender
„Portal“ – ein Einstiegspunkt für alle Veranstaltungen und Materialien zu den Veranstaltungen, unabhängig von Dozierendem, Fach oder Fakultät	+		+
integrierte Arbeitsumgebung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeiten ohne Medienbruch</li> <li>• vereinfachte Nutzung</li> <li>• Unterstützung von Arbeitsabläufen</li> </ul>	+	+	+
problemorientierte „Lernräume“ zusammenstellen		+	+
Prozessorientierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeit</li> <li>• Nachvollziehbarkeit</li> <li>• Erhöhung der Berichtsqualität</li> </ul>	+	+	+
Erreichbarkeit von Dozierenden	+		
Erreichbarkeit von Studierenden	+	+	
Alerting		+	+
Terminmanagement			+
<i>Single Sign-On</i>		+	+
Austausch von (Sub-)systemen wird erleichtert	+	+	+

Tab. 1: Aspekte von Nutzen und Mehrwert für unterschiedliche Zielgruppen

- unaufwändige Materialverwaltung;
- Benennung von Stellvertretern;
- Angebot einer persönlichen Website;
- Zugriff auf die Webmail und Bibliotheksdienste;
- das Single-Login leitet bei Bedarf ohne neuerliche Kennungs- oder Passworteingabe weiter auf die Subsysteme.

Die direkte und adressatengenaue Erreichbarkeit von Studierenden ist aber nicht nur ein Vorteil für die Dozierenden. Sie ist natürlich und in erster Linie ein Mehrwert für die Studierenden selbst. Über diesen Mechanismus sind persönliche Informationen, zum Beispiel Ergebnisse von Klausuren, schnell und direkt, ohne Schaffung eines datenschutzrechtlich problematischen diffusen Informationsfeldes durch Aushang zustellbar. Nicht nur Dozierende kommen als Absender in Frage. Auch die Universitätsverwaltung kann diesen Benachrichtigungsweg für persönliche oder gruppenspezifische Informationen nutzen, zum Beispiel für den Career Service, der zielgerichtet Absolventen (auch eines bestimmten Faches) erreichen kann. Damit steht der Nutzen auch für die Hochschule selbst außer Frage.

Als wesentlicher Mehrwert bleibt noch die Prozessorientierung zu erwähnen. Dies ist in erster Linie ein Angebot und ein Potenzial des Portals. Grundlegend für die Nutzung und die Umsetzung in einen Mehrwert ist die Durchsetzung des Prozessdenkens im Kontext der IT. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung so genannter Campus-Managementsysteme. Deren Ziel ist die Unterstützung des gesamten *Student Life Cycle* an einer Hochschule, also die Optimierung aller Abläufe von der Information über Studiengänge über das Zulassungsverfahren und die Immatrikulation bis hin zu Belegung und Prüfung und den

Übergang in den Alumni-Status. Die Implementierung solcher Systeme weist als Bestandteil grundsätzlich eine Phase der Prozessanalyse und -optimierung auf.

Die Prozessorientierung bringt gewichtige Mehrwerte mit sich: Allein die Dokumentation bestehender Prozesse erhöht die Nachvollziehbarkeit dessen, was geschieht. Dadurch wird Nachhaltigkeit vorbereitet, und insgesamt erhöht sich die Berichtsqualität an der Hochschule.

## Perspektiven und Weiterentwicklung

Einleitend wurde als Entwicklungsziel die Planung und Implementierung universitätsweiter personalisierter Serviceportale für Studierende, Dozierende und Mitarbeiter thematisiert. Diese sollen die für Einzelpersonen und Nutzergruppen relevanten Informationen und Daten optimal aufbereiten und eine integrierende Plattform für alle Online-Dienste der Universität darstellen. Damit ist die Perspektive für eine mittelfristige Weiterentwicklung klar definiert.

Was dies inhaltlich bedeuten könnte, zeigt Abbildung 9. Sie fasst einige der zum gegenwärtigen Zeitpunkt relevant erscheinenden Bereiche zusammen, die in Zukunft durch Serviceportale abgedeckt werden könnten.

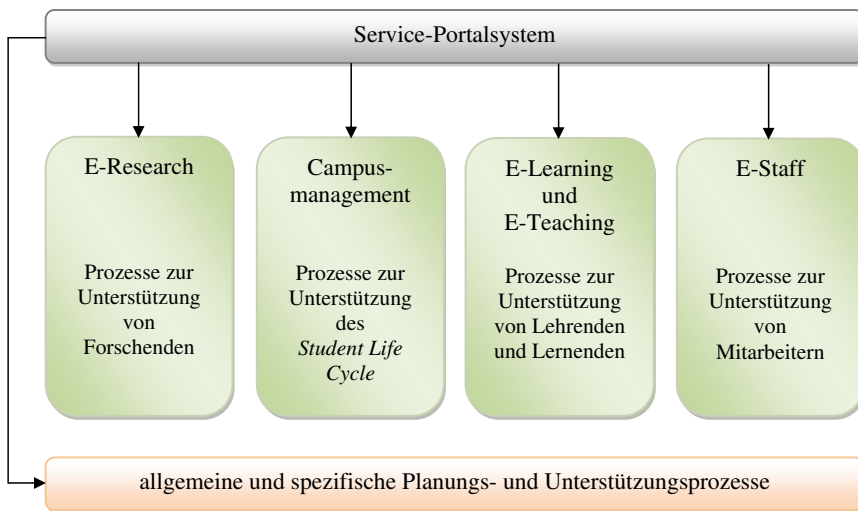


Abb. 9: Beispiele universitätsweiter Serviceportale

Durch die als Beispiel genannten Serviceportale sollen unterschiedliche Zielgruppen in unterschiedlichen Rollen und Kontexten bedient werden:

### E-Learning und E-Teaching

Dieses in großen Zügen bereits realisierte und oben im Detail dargestellte Portal dient Angehörigen der Heinrich-Heine-Universität in ihren Rollen als Studierende beziehungsweise Dozierende. Durch die Beschränkung der Zielgruppe auf die Angehörigen der Uni-

versität werden einerseits datenschutzrechtliche Problematiken geschmälert, andererseits sind im Dozierendenportal angelegte Kollaborationsmöglichkeiten auf die Zielgruppe beschränkt. Deshalb bedarf es zur Unterstützung der universitätsübergreifenden Kollaboration Ansätzen, die eine andere Zielgruppe in anderen Rollen bedienen.

### **E-Research**

Interne Zielgruppe sind die Angehörigen und Mitglieder der Universität in ihrer Rolle als Forschende. Unterstützt werden sollen insbesondere universitätsübergreifende und internationale Kollaborationsfunktionen, wodurch sich die interne Zielgruppe um eine externe internationale Gruppe erweitert. Da die datenschutzrechtlichen Aspekte einer solchen Umgebung sich deutlich von denen des E-Learning-Portals unterscheiden, empfiehlt sich die Realisierung in einem eigenen Unterportal.

### **Campusmanagement**

Als Zielgruppen sind hier Studieninteressierte, Studierende, Dozierende, die Administration und gegebenenfalls die Alumni angesprochen. Ähnlich wie bei der E-Research-Lösung setzt sich die Zielgruppe aus einer internen und einer externen Gruppe zusammen. Gegenstand der Unterstützung durch das Campusmanagement sind alle Prozesse des *Student Life Cycle*.

### **E-Staff**

Angesprochen sind hier alle Angehörigen der Universität in ihrer Rolle als Mitarbeiter. Eine Differenzierung in Lehrende und Nichtlehrende ist unerheblich. Im Vordergrund stehen Prozesse zur Unterstützung von Mitarbeitern in der Organisation ihres Berufsalltags, begonnen bei administrativen Selbstbedienungsfunktionen bis hin zur Abbildung von alltäglichen und mitunter intransparenten Genehmigungs-Workflows.

# **STEPHAN RAUB, INGO BREUER, CHRISTOPH GIERLING und STEPHAN OLBRICH**

## **Werkzeuge für Monitoring und Management von Rechenclustern – Anforderungen und Entwicklung des Tools <myJAM/>**

Rechencluster, wie sie beispielsweise im Zentrum für Informations- und Medientechnologie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf betrieben werden, dienen vorwiegend als Werkzeug für die rechenintensive Forschung – an der Heinrich-Heine-Universität im Wesentlichen in den Naturwissenschaften: Physik, Chemie und Biologie. Zur Unterstützung des Betriebs solcher komplexen IT-Infrastrukturen werden wiederum Softwarewerkzeuge benötigt. Die Anforderungen dafür sind vielfältig: Es soll eine homogene Sicht auf die zunehmend heterogenen Rechnerkonfigurationen geboten werden, die Benutzung soll über einen herkömmlichen Webbrowser erfolgen und die Intensität und Effizienz der Nutzung des Rechenclusters soll kategorisiert nach Nutzergruppen, Projekten und Anwendungen ausgewertet werden – nicht zuletzt auch als Basis für eine institutionenübergreifende Abrechnung und als Hilfsmittel für die Planung zukünftiger Hochleistungsrechner (Großgeräte).

Aufgrund der Tatsache, dass ein solches Werkzeug nicht verfügbar war, gehörte zu den Teilprojekten einer Kooperation mit der IT-Firma Bull GmbH die Entwicklung eines Accounting- und Monitoring-Tools <myJAM/><sup>1</sup>. In dem zweijährigen Projekt wurde ein wissenschaftlicher Mitarbeiter von der Bull GmbH finanziert. Die Arbeiten wurden am Lehrstuhl für IT-Management (Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich) – in enger Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Informations- und Medientechnologie – durchgeführt. Nach dem erfolgreichen Abschluss am 30. September 2009 wurde die Projektförderung inzwischen verlängert und beim Bundesministerium für Bildung und Forschung eine Forschungsprämie mit dem Ziel eingeworben, für <myJAM/> im Laufe des Jahres 2010 eine Nachhaltigkeitsstrategie zu entwickeln.

Die Entwicklung des Accounting- und Monitoring-Tools <myJAM/> ist das wohl erfolgreichste Teilprojekt der Kooperation zwischen der Heinrich-Heine-Universität und der Bull GmbH. Bei <myJAM/> handelt es sich um ein netzverteiltes und webbasiertes System für Accounting und Monitoring von Batchjobs auf Rechenclustern. Bei der Vorstellung von <myJAM/> auf mehreren internationalen Konferenzen hat das Projekt jeweils starke Aufmerksamkeit erregt. Viele Universitäten und andere Forschungseinrichtungen, vom Forschungszentrum Jülich über das Max-Planck-Institut Göttingen bis hin zu Forschergruppen mit eigenen kleineren Clustern, setzen <myJAM/> bereits ein oder haben sich an das Entwicklerteam gewandt, um die Einsatzmöglichkeiten von <myJAM/> in ihrem IT-Umfeld zu erörtern.

---

<sup>1</sup> Vgl. Raub *et al.* (2008).

## Einleitung

Wenn in der IT von einem Cluster gesprochen wird, ist damit eine Menge von eng verbundenen, autarken Computersystemen gemeint (Compute-Nodes), die auch physikalisch nah beieinanderliegen. Diese zusammengeschlossenen Computer ermöglichen es, rechenintensive Probleme aus verschiedenen (interdisziplinären) Bereichen effizient zu lösen. Ein solcher Cluster wird als *High Performance Computing Cluster* (HPC-Cluster) oder einfach als Compute-Cluster bezeichnet.

Um die vorhandene Rechenkapazität eines Compute-Clusters nach Möglichkeit voll auszuschöpfen, ist in den häufigsten Fällen eine Verwaltungssoftware vorhanden, die die Zuweisung vorhandener Ressourcen übernimmt. Diese Art von Software wird im Folgenden als Batchsystem bezeichnet (Beispiele sind PBSpro<sup>2</sup>, TORQUE<sup>3</sup>, SunGridEngine<sup>4</sup>).

Die Nutzer des Clusters müssen ihre Aufträge („Jobs“) inklusive einer Liste der notwendigen Ressourcen, die diese benötigen, an das Batchsystem übermitteln. Die Software entscheidet autonom wann, wo und wie der Job ausgeführt wird; das heißt, es wird ein freies Zeitintervall auf einem der Compute-Nodes determiniert, in dem der Job ausgeführt werden kann. Das Batchsystem verwaltet zusätzlich Details wie die notwendige Systemarchitektur, die Priorität, die Laufzeit und das Ausführungsverhalten des Jobs.

Für Betreiber eines Compute-Clusters ist es im höchsten Maße interessant, Informationen über die laufenden Jobs ihrer Nutzer zu gewinnen, unter anderem, um das Angebot der bestehenden Ressourcen an die meist wachsenden Ansprüche der Nutzer anzupassen zu können. Sehr oft fällt die Beantwortung von Fragen wie „Welche Software wird häufig verwendet?“ oder „Wäre es interessant, die nächste Generation einer Software zu erwerben?“ sehr schwer.

Die notwendigen Informationen, um solche Fragen zu beantworten, gehen über das hinaus, was normale Hardware und Systemüberwachungsdienste (zum Beispiel Ganglia, Nagios, Netperf, top) leisten können (Aufzeichnen der Systemlast, Speicherverbrauch und so weiter). Dieser Umstand wird für heterogene Compute-Cluster zusätzlich erschwert. Ihre physikalische Verteilung macht die Nutzung von bestehenden Softwarelösungen nur teilweise bis gar nicht möglich.

Altair bietet ein kommerzielles Tool zur Analyse von Log-Files an, jedoch fehlt diesem Tool die Möglichkeit, verschiedene Architekturen eines heterogenen Clusters zu unterscheiden, so dass eine architekturbezogene Analyse von Daten nicht möglich ist.

PBS bietet von Haus aus keine automatische Erkennung von laufenden Anwendungen und keine Darstellung der Wartezeiten der Jobs in ihren Warteschlangen an. Da insbesondere das Analyse-Tool nicht Open-Source-Status besitzt, stellt sich nicht zuletzt auch die Frage nach der Erweiterbarkeit für spezielle Problemstellungen des homogenen Managements eines heterogenen Clusters.

Als Lösung dieser Problemstellung wurde das Job-Accounting- und Monitoring-System für homogene und heterogene Cluster <myJAM/> entworfen und entwickelt.

Um Informationen über wartende oder laufende Jobs zu ermitteln, interagiert es mit PBSPro, Torque oder anderen Batchsystemen. Bevor Jobs vom Queueing-System starten,

---

<sup>2</sup> Vgl. <http://www.altair.com> (29.10.2009).

<sup>3</sup> Vgl. <http://www.clusterresources.com/products/torque> (29.10.2009).

<sup>4</sup> Vgl. <http://gridengine.sunsource.net> (29.10.2009).



werden diese durch <myJAM/> auf entsprechende Berechtigungen überprüft und gegebenenfalls abgelehnt. Vielfältige Visualisierungsmöglichkeiten in Verbindung mit zahlreichen Anzeigekriterien erlauben einen schnellen Überblick, was, wie viel und wo gerade auf dem Cluster etwas läuft oder in der Vergangenheit gelaufen ist.

<myJAM/> macht sich ausschließlich Open-Source-Softwaretechnologien wie PHP<sup>5</sup>, Perl, Apache<sup>6</sup>, MySQL<sup>7</sup> und OpenFlashChart<sup>8</sup> zunutze. Bei OpenFlashChart handelt es sich um eine in PHP und ActionScript entwickelte Komponente, mit der sich Diagramme optisch ansprechend in Webseiten einbinden lassen. Wenn auch alle bisherigen *Proof-of-Concept*-Installationen unter Linux betrieben werden, sind die genannten Softwarekomponenten auch für Windows und Apples OS X verfügbar.

## Architektur und Design von <myJAM/>

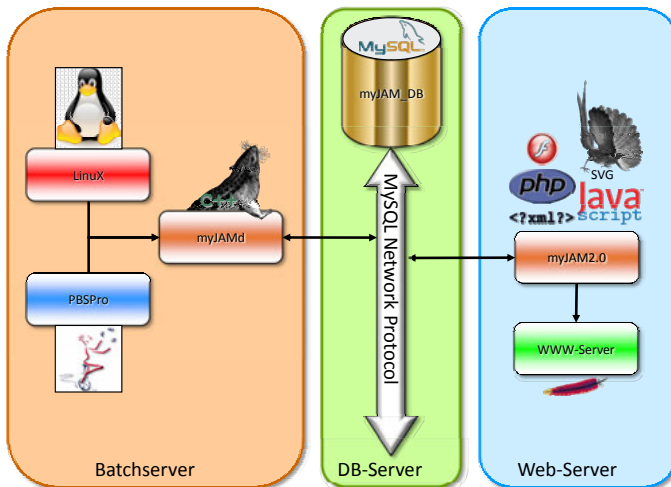


Abb. 1: Architektur von <myJAM/>

Das <myJAM/>-System lässt sich in drei Kernkomponenten gliedern (Abb. 1): Der Batchserver, auf dem der Daemon (myJAMd) läuft, der Webserver, auf dem das Webfrontend (myJAM\_www) aufgesetzt ist, und der Datenbankserver mit der <myJAM/>-Datenbank (myJAM\_db). Die Komponenten können netzverteilt, das heißt auf separaten Systemen unterschiedlicher Architektur, aufgesetzt werden.

### Die Datenbank

Die <myJAM/>-Datenbank dient der Akkumulation der vom Daemon eingesammelten und aufgearbeiteten Daten, die vom Webfrontend abgerufen werden. Die Datenbank

<sup>5</sup> Vgl. <http://www.php.net> (29.10.2009).

<sup>6</sup> Vgl. <http://httpd.apache.org> (29.10.2009).

<sup>7</sup> Vgl. <http://www.mysql.com> (29.10.2009).

<sup>8</sup> Vgl. J. Glazerbrook, <http://teethgrinder.co.uk/open-flash-chart> (29.10.2009).

dient darüber hinaus als Vermittlungsstelle zwischen Daemon und Webfrontend und der persistenten Speicherung der im Betrieb gesammelten Cluster-Daten (*Cluster History*).

Die Datenbank von <myJAM/> wird mit MySQL5.x realisiert. Das Datenbankdesign berücksichtigt weitgehend die dritte Normalform, um Dateninkonsistenzen vorzubeugen. Aus Performancegründen wurden lediglich einige wenige Tabellen auf die zweite Normalform denormalisiert. User, Projekte, Warteschlangen, Hosts, Anwendungen und Kostenmodelle bilden die zentralen Tabellen. Alle Einträge besitzen Surrogatschlüssel als Primärschlüssel. Attribute, die auf Einträge einer anderen Tabelle referenzieren, benutzen diese Surrogatschlüssel als Fremdschlüssel.

Für das Webfrontend werden die Einträge in den Tabellen und die Referenzen auf andere Tabellen in PHP5-Objekte im Rahmen der <myJAM/>-Klassenbibliothek umgesetzt (*object-relational mapping*).

## Der Daemon

Eine Kernkomponente von <myJAM/> ist ein auf dem Batchsystem-Server laufender *Daemon-Prozess*. Der Daemon interagiert mit dem Batchsystem und dem Betriebssystem auf den einzelnen Compute-Nodes. Durch das Batchsystem sammelt dieser Informationen über alle aktiven Jobs, wie die angeforderten und bisher genutzten Ressourcen sowie User- und Projektdaten. Über das Betriebssystem der Compute-Nodes werden zusätzliche Informationen über das tatsächlich ausgeführte Programm (Binary oder Skript) in Erfahrung gebracht.

Diese Informationen werden anhand eines numerischen Modells auf SUs (*Service Units*, entspricht einer Core-Stunde) abgebildet. Die Berechnung der SUs geschieht ebenso wie die Datensammlung in Echtzeit. Die so ermittelten SUs können vom Serviceanbieter mit den Nutzern verrechnet werden.

Unterstützt wird der Daemon durch *Prolog-* und *Epilog-Skripte*, die entsprechend zu Beginn und am Ende eines Jobs ausgeführt werden. Diese überprüfen unter anderem die Legitimation der User sowie bestehende SU-Guthaben und entscheiden daran zum Beispiel, ob ein Job mit den angeforderten Ressourcen gestartet werden darf.

Das neueste Feature des Daemons ist die aktive Steuerung von Cluster-Ressourcen. Neben dem Datamining-Thread des Daemons wird parallel auf Eingaben vom Webinterface überprüft und diese – sofern sie die Sicherheitsprüfungen des Daemons bestehen (zum Beispiel ob der Benutzer, der das Kommando geschickt hat, das auch wirklich durfte) – als abstrahiertes Kommando umgesetzt. Exploitversuche werden neben der Sicherheitsprüfung zudem durch das „Laden“ aller legalen Kommandos und die Zuordnung einer Ausführungs-ID abgewehrt; das heißt, alle Kommandos, die der Daemon ausführen kann, werden in regelmäßigen Abständen aus einer Datei eingelesen. Unbekannte Kommandos werden einfach ignoriert und sofern erwünscht gemeldet.

## Das Webfrontend

### Konzepte

Das Webfrontend von <myJAM/> (Abb. 2) ist eine hoch interaktive Webanwendung (*rich internet application*), die für User und Administratoren das zentrale Interface darstellt, um zu konfigurieren, den Status von Warteschlangen oder des Clusters im Ganzen zu erfahren,



Abb. 2: Login-Seite der &lt;myJAM/&gt;-Webanwendung

sich über laufende Jobs zu informieren, SU-Guthaben abzufragen oder neues Guthaben anzufordern sowie aktuelle und historische Analysen und Statistiken zu visualisieren.

Die Anwendung sollte dem Benutzer eine hohe Übersichtlichkeit bieten, nicht künstlich in ihrer Funktionalität beschnitten sein und an die Performance einer nativen Desktop-Anwendung heranreichen. Neben diesen Gesichtspunkten wählten wir durch die Entwicklung einer Webanwendung einen Betriebssystem-agnostischen Ansatz, wodurch zusätzlich die Installation und Wartung vereinfacht werden sollte.

Konzeptionell stehen das Funktionsspektrum einer Anwendung und die Einfachheit, diese zu bedienen, in einem Spannungsfeld zueinander. Wird eine Ansicht überfrachtet, verliert der Benutzer die Übersicht und wird frustriert, oder er kann die gewünschte Einstellung oder Information nicht erreichen und muss andere Werkzeuge zur Hilfe nehmen.

Die vom Daemon gesammelten Daten sollen in Form von diversen Diagrammen aufgearbeitet und präsentiert werden. Diese wiederum sind mit interaktiven Steuerelementen zur Filterung und Manipulation des Datenstroms verknüpft, um dem Benutzer die optimale Ansicht auf die Daten zu ermöglichen. Eine informationsüberladene Darstellung, in der die wesentlichen Informationen untergehen könnten, kann auf diese Weise vermieden werden, und dadurch behält der Anwender die Kontrolle. Hinzu kommt noch ein intelligentes Caching, um die beste Balance zwischen der Echtzeitdatenerfassung des <myJAM/>-Daemons und der Darstellung der Daten ohne Wartezeiten zu erreichen. Sämtliche Anfragen werden dadurch innerhalb einer Sekunde beantwortet.

Zur Reduzierung von Abhängigkeiten und um die Komplexität möglichst gering zu halten, wurde beim Softwaredesign des <myJAM/>-Webfrontends ein strenges *Schichtenmodell* zugrunde gelegt (Abb. 3).

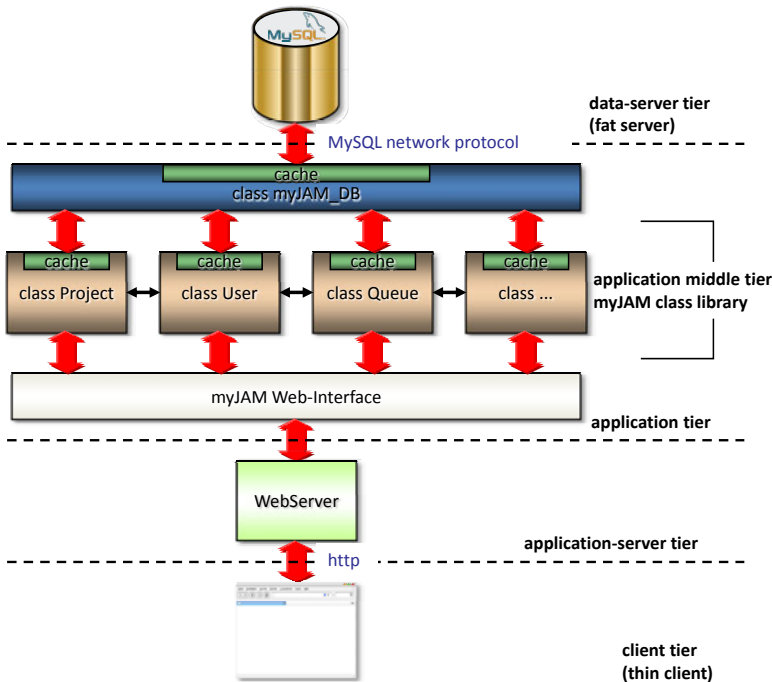


Abb. 3: Softwareschichten von &lt;myJAM/&gt;

### Benutzerschnittstelle

Ein intuitiv bedienbares und konsistentes Design entscheidet maßgeblich über die Benutzbarkeit einer Anwendung. Das gilt umso mehr bei Webapplikationen, von denen seitens der Anwender mittlerweile erwartet wird, dass sie selbsterklärend und robust gegen *Trial-and-Error*-Bedienung sind.

Die einzelnen Funktionen von <myJAM/> sind in einer permanent sichtbaren Weise am linken Bildschirmrand in einem vertikalen Menü angeordnet, so dass es sich ständig im peripheren Sichtfeld des Benutzers befindet. Dabei weist das Menü eine sehr flache Struktur mit maximal einer weiteren Stufe auf. Dieser Aspekt wird konsequent in der gesamten Benutzerführung umgesetzt, um die Auffindbarkeit von Funktionalität zu unterstützen.

Die grafische Darstellung von Daten aus der <myJAM/>-Datenbank erfolgt mit Hilfe der Open-Source-Bibliothek OpenFlashChart. Diese Bibliothek stellt für verschiedene Diagrammtypen (wie Linien-, Balken- oder Tortendiagramme) PHP-Objekte zur Verfügung und stellt die Diagramme dann als Flash-Content dar.

Um in einen anderen Funktionsbereich zu wechseln, wurde <myJAM/> stark intern verlinkt. Dieses Konzept ermöglicht es, Bereiche und Funktionen auf mehreren Wegen innerhalb von <myJAM/> zu erreichen. User, Projekte, Anwendungen, Jobs und so weiter können in jedem Kontext angeklickt werden und führen direkt zu der entsprechenden Detailansicht auf Basis der Methoden dieses Objekts. Auf diese Weise wird der Anwender

anhand der Datendarstellung und dem seitlichen Menü durch die Anwendungsgebiete von <myJAM/> geführt.

## Features von <myJAM/>

### Cluster-Status

Mit <myJAM/> ist die Anzeige detaillierter Informationen über den aktuellen Status des Clusters möglich. Dazu gehören eine Übersicht über die Auslastung der einzelnen Architekturen, die Anzahl der benutzten Cores pro Architektur und die Anzahl der Jobs pro Architektur. Ein Histogramm über die Häufigkeit von Jobs nach der Anzahl der genutzten Cores pro Job gibt Auskunft darüber, wie stark parallele Anwendungen vertreten sind.

Auch hier greift wieder das auch in anderen <myJAM/>-Bereichen eingesetzte Konzept der gegenseitigen Verlinkung. So lassen sich die Diagrammelemente anklicken und geben Details preis, anstatt erst von anderer Stelle abgerufen werden zu können, wie zum Beispiel der Applikationsadministration.

### Cluster History

Aus der zeitlichen Abbildung des Cluster-Status lassen sich vielfältige Berichte und Analysen erstellen. Aus diesen lassen sich beispielsweise Nutzungsprofile und die Lastverteilung zur weiteren Planung von Kapazitäten und Kostenverteilung des Clusters ermitteln.

### Projekte

Hier können neue Projekte angelegt und bereits existierende administriert werden. Mit Hilfe von Projektstatistiken in Diagrammform kann man hier einen Überblick über die Anzahl der benutzten Service-Units und der Jobs des ausgewählten Projekts sowie der benutzten Prozessorarchitekturen erhalten. Die Projektkonfiguration ermöglicht dem Administrator, Änderungen an wichtigen Projektparametern vorzunehmen, wie zum Beispiel Mitglieder des Projekts hinzuzufügen, zu entfernen oder auch die Ressourcen festzulegen, zu denen das Projekt Zugang erhalten kann.

### Applikationen und Software-Accounting

<myJAM/> besitzt als ein herausragendes Feature die Fähigkeit, die gerade auf dem Cluster laufenden Anwendungen zu erkennen (*Software-Accounting*). Als Anwendung verstehen wir in diesem Zusammenhang eine ausführbare Datei (Binary), ein Skript oder eine zusammengehörende Sammlung von Binaries und/oder Skripten, die zusammen ein in sich geschlossenes Programmpaket ergeben.

Die Information, was genau gerade auf welchem Knoten läuft, gehört zu einem umfassenden Monitoring dazu. Die historische Analyse dieser Informationen erlaubt es, Anschaffungen an den Nutzerkreis anzupassen oder gezielt Schulungen für die „Hauptnutzergemeinde“ anzubieten.

Doch genau hier tun sich die meisten etablierten Tools sehr schwer: Batchsysteme geben hierbei meist nur einen Surrogatschlüssel an (zum Beispiel eine fortlaufende Jobnummer). Über diesen Surrogatschlüssel sind Zugriffe auf Detailinformationen dieses Jobs möglich,

Admin Applications				
Name	Field	License	OS	Type
BLAST	Bioinformatics	GPL	LinuX	EXE
CCP4	Bioinformatics	no-cost Academic License	LinuX	EXE
CharMM	Computational Chemistry	no-cost Academic License	LinuX	EXE
Dirac	Quantum Chemistry	own development	LinuX	MPI
DL_POLY	Molecular Dynamics	free for academic usage	LinuX	EXE
EMBOSS 6.0	Bioinformatics	GPL	LinuX	EXE
Gaussian03	Computational Chemistry	commercial	LinuX	EXE
Intel MPI Benchmark 3.1 (em64t)	Bioinformatics	commercial	LinuX	MPI
ISPI (sequential)	Condensed Matter Physics	own development	LinuX	EXE
MolCAS 7.2	Quantum Chemistry	commercial	LinuX	EXE
Quapi	Solid State Physic	own development	LinuX	EXE
Segregation	Soft Matter Physics	own development	LinuX	EXE
TurboMole 5.10	Quantum Chemistry	commercial	LinuX	EXE
TurboMole 5.10 (MPI)	Quantum Chemistry	commercial	LinuX	EXE
TurboMole 5.9.1	Quantum Chemistry	commercial	LinuX	EXE
TurboMole 5.9.1 (MPI)	Quantum Chemistry	commercial	LinuX	EXE

Abb. 4: Applikationsverwaltung

worunter sich auch ein vom User frei wählbarer Jobname befinden kann. Um jedoch zuverlässig anzeigen zu können, welche Anwendung zu diesem Job gehört, wäre man auf die Unterstützung der User angewiesen, die für jeden Job angeben müssen, um was für eine Anwendung es sich handelt. Das ist für die User lästig und insgesamt fehleranfällig. Eine automatische, erweiterbare Erkennung der Anwendung gab es unseres Wissens bisher nicht. <myJAM/> soll diesen Mangel beheben.

Das Betriebssystem kennt den Dateinamen des gerade ausgeführten Binarys oder Skripts. Doch das allein reicht nicht, da viele Nutzer dazu neigen, jedes ihrer selbst entwickelten Binaries „a.out“ zu nennen, obwohl es sich *de facto* um völlig unterschiedliche Anwendungen handelt. Umgekehrt bestehen Softwaresuiten teilweise aus über 100 Teilprogrammen – also völlig verschiedene Binarys oder Skripte, die jedoch unter dem gleichen Namen (den Namen der Softwaresuite) erfasst werden sollten.

<myJAM/> nutzt daher digitale Signaturen der Binarys und Skripte. Mit der Signatur kann dann aus einer Datenbank abgefragt werden, um welche Anwendung es sich tatsächlich handelt.

Dieses Konzept lebt und stirbt damit, wie einfach und komfortabel diese Datenbank aktuell gehalten werden kann. Deshalb haben wir ein durchgängiges Konzept umgesetzt, bei dem man an jeder Stelle des Frontends, an der man mit einem Binary (oder Skript) in Kontakt kommt, durch einen einfachen Klick den entsprechenden Hash einer Anwendung zuordnen kann.

Die Klartextnamen von Applikationen sowie die dazugehörigen Zusatzinformationen über Lizenz, Betriebssystem und so weiter können einfach angelegt und verwaltet werden. Im „Assign Applications“-Fenster werden alle jemals gelaufenen Binarys mit ihrem vollen Pfad nach absteigender Häufigkeit sortiert aufgelistet. Jedem Eintrag kann jetzt eine der bereits angelegten Applikationen zugewiesen werden, oder es kann der Eintrag direkt als Ausgangspunkt für das Anlegen einer neuen Applikation verwendet werden.

## Warteschlangen

Host: gauss0 (PBSPro_10.0.0.82981)								
In	Queue ID	Queue Name	Queue Weight	Running Jobs	Queued Jobs	Details	Out	Load
=>	4	short_cmn	1	0	0	Details =>		
=>	3	verylong_cmn	1	7	0	Details =>		
=>	5	medium_cmn	1	47	1	Details =>		
=>	6	long_cmn	1	4	0	Details =>		
=>	7	BenchMarking	1	1	0	Details =>		
=>	8	BioJob	1	0	0	Details =>		
=>	9	DVRP	1	0	0	Details =>	<b>Queue BioJob</b>	
=>	10	parallel	1	0	0	Details =>	Queue is <b>running</b> . Jobs in this queue will be started when the time is right.	
=>	11	spartan	1	0	0	Details =>	<b>Admin:</b> Click to stop this queue.	
=>	12	dirac	1	1	2	Details =>		
=>	13	mrcc	1	8	0	Details =>		
=>	14	TheoPhys	1	24	0	Details =>		
=>	17	default	1	0	0	Details =>		
<b>Total</b>				<b>92</b>	<b>3</b>	<b>Details</b>		
Host: gauss.rz.uni-duesseldorf.de (TORQUE 2.3.5)								
In	Queue ID	Queue Name	Queue Weight	Running Jobs	Queued Jobs	Details	Out	Load
=>	19	infinity	1	0	0	Details =>		
=>	18	FlexX	1	0	0	Details =>		
<b>Total</b>				<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Details</b>		

Abb. 5: Queue-Übersicht

<myJAM/> bietet eine tabellarische Übersicht über die Warteschlangen des Queueing-Systems pro Host. Zu jeder Warteschlange wird die Anzahl der laufenden und wartenden Jobs angezeigt. Besitzt der angemeldete User Administratorrechte, so zeigt ein Klick auf eine der beiden Zahlen eine detaillierte Liste der betreffenden Jobs. Außerdem sehen User mit Administratorrechten zu jeder Warteschlange den Link „Details“, der eine nach Usern aufgeschlüsselte Übersicht der Meldungen vom Scheduler darüber liefert, warum ein bestimmter Job nicht gestartet werden kann, sowie über die Anzahl der betroffenen Jobs. Ein Klick auf diese Anzahl führt direkt zur bereits bekannten Detailansicht dieser Jobs.

Durch einfaches Klicken auf die Pfeile kann jede Queue ganz bequem vom Webinterface aus gesperrt werden. Dabei ist es möglich, beide „Enden“ einer Queue separat zu sperren: Entweder werden keine Jobs mehr angenommen oder keine Jobs mehr aus der Queue genommen. In einem Wartungsintervall ist es zum Beispiel wünschenswert, nur die Entnahme von Jobs aus der Queue zu sperren.

## Literatur

RAUB, S., D.-B. SCHRAMM und S. OLBRICH (2008). „myJAM – Accounting und Monitoring auf Rechenclustern“, in: P. MÜLLER, B. NEUMAIR und G. D. RODOSEK (Hrsg.). *Lecture Notes in Informatics – Proceedings*. Bd. P-149, 147–158. (Series of the GI)





**Sammlungen in der  
Universitäts- und Landesbibliothek  
Düsseldorf**



# KATHRIN LUCHT-ROUSSEL

## Die Düsseldorfer Malerschule in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf

Düsseldorf ist im 19. Jahrhundert ein Zentrum der Malerei und Druckgrafik. Die Düsseldorfer Kunstakademie, 1773 von dem Maler Lambert Krahe als „Kurfürstlich-Pfälzische Maler-, Bildhauer- und Baukunst-Akademie“<sup>1</sup> gegründet und 1819 als „Königliche Kunstakademie“ neu konstituiert, entwickelt sich unter dem Direktorat Wilhelm von Schadows (1826–1859) zu einer Institution von internationalem Rang. Die Bezeichnung „Düsseldorfer Malerschule“ wird in der Forschung zunächst für die akademische Malerei der Schadow-Schule, bald aber auch für die nichtakademische Kunst aus ihrem Umkreis gebräuchlich.<sup>2</sup>

Heute befindet sich der umfangreichste Bestand an Gemälden, Zeichnungen und Druckgrafiken der Düsseldorfer Malerschule in der Stiftung museum kunst palast.<sup>3</sup> Als zentrale Einrichtung zu diesem Thema werden hier Werke der Düsseldorfer Malerschule sowohl in den ständigen Sammlungen als auch in Sonderausstellungen präsentiert. Seit einigen Jahren wird zudem am Aufbau eines Dokumentationszentrums gearbeitet.<sup>4</sup>

Nicht ganz so bekannt ist die Tatsache, dass es auch in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf Werke von Künstlern der Düsseldorfer Malerschule gibt – aus dem Bereich der Buchillustration: Es handelt sich um einen sehr umfangreichen Bestand illustrierter Bücher und Mappenwerke, die wie viele andere wertvolle Altbestände aus der ehemaligen Landes- und Stadtbibliothek stammen. Ihre Bestände sind 1970 in die neu gegründete Universitäts- und Landesbibliothek überführt worden.

Der im Vergleich mit anderen Bibliotheken in seinem Umfang einzigartige Bestand ist nur zum Teil mit der Nähe der damaligen Königlichen Landesbibliothek zur Düsseldorfer Kunstakademie zu erklären.<sup>5</sup> Ausschlaggebend ist vor allem die Tatsache, dass das Sammelgebiet „Bildende Kunst und Kunstgewerbe“ in der ehemaligen Landes- und Stadtbibliothek

<sup>1</sup> Die „Kurfürstlich-Pfälzische Maler-, Bildhauer- und Baukunst-Akademie“ geht aus der privaten „Zeichnungs-Akademie“ hervor, die Krahe um 1762 gegründet hat. Krahe ist bis zu seinem Lebensende 1790 deren erster Direktor; vgl. Schüler (1990: 11).

<sup>2</sup> Im *Lexikon der Düsseldorfer Malerschule* ist von über 4.000 Künstlern aus dem Umkreis der Düsseldorfer Kunstakademie die Rede. Als zeitlicher Rahmen wird dort die Zeitspanne von 1819 bis 1918 bestimmt; vgl. *Lexikon der Düsseldorfer Malerschule* (1997: 9).

<sup>3</sup> Sie befinden sich in der Gemäldegalerie und der Graphischen Sammlung.  
Vgl. <http://www.museum-kunst-palast.de/UNI124189879306564/doc78A.html> beziehungsweise <http://www.museum-kunst-palast.de/UNI124307253420080/doc80A.html> (08.05.2009).

<sup>4</sup> Vgl. <http://www.museum-kunst-palast.de/UNI124203218519326/doc86A> (08.05.2009).

<sup>5</sup> Die Buchbestände der Akademie werden in den ersten Jahrzehnten der preußischen Zeit durch die damals Königliche Landesbibliothek mit betreut. Den Kernbestand der Kurfürstlichen Akademie bildet die Büchersammlung ihres Gründers Lambert Krahe. Sie geht wahrscheinlich zwischen 1822 und 1830 teilweise in den Bestand der ehemaligen Landes- und Stadtbibliothek über und bildet noch heute einen Kern des kunstwissenschaftlichen Altbestands; vgl. Schüler (1990: 17 f.). Die Literatur zur Düsseldorfer Malerschule und zur

bliothek Düsseldorf einen Schwerpunkt der Sammeltätigkeit bildet. Im Rahmen des bestehenden Sondersammelgebietsplans der nordrhein-westfälischen Großstadtbüchereien von 1957 wird vereinbart, die deutsche Fachliteratur verteilt auf die teilnehmenden Bibliotheken möglichst vollständig anzuschaffen und im nordrhein-westfälischen Leihverkehr zur Verfügung zu stellen. In der Folge können Neuerwerbungen im Bereich der Kunstliteratur deutlich erhöht werden.<sup>6</sup>

Der Umstand, dass die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf im Bereich der Buchillustration der Düsseldorfer Malerschule über einen größeren Bestand verfügt, ist in der Bibliothek schon länger bekannt. Dies zeigt sich in einer Reihe von Ausstellungen<sup>7</sup> und Publikationen<sup>8</sup>, in denen die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf das Thema in der Vergangenheit aufgegriffen hat. Gerhard Rudolph schreibt 1970 über seine Probleme, für eine Ausstellung aus Beständen der Landes- und Stadtbibliothek eine Auswahl aus der Fülle des vorhandenen Materials zu treffen, weil „die Landes- und Stadtbibliothek aus dieser Zeit fast lückenlos alle Zeugnisse der Düsseldorfer Buchkunst vom Almanach bis zum Mappenwerk besitzt.“<sup>9</sup>

Im Rahmen der Vorbereitung eines geplanten Digitalisierungsprojektes sind die einzelnen Werke nun erstmalig umfassend recherchiert und in einem Bestandsverzeichnis zusammengefasst worden. Diese Leistung ist vor dem Hintergrund der schwierigen Quellenlage zu sehen.<sup>10</sup> Die Recherche wurde zudem durch die Tatsache erschwert, dass der Online-Katalog der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf zum entsprechenden Zeitpunkt noch nicht alle Werke erfasst hatte. Weitere Kataloge sowie die einschlägige Forschungsliteratur wurden zu Rate gezogen.<sup>11</sup> Da die Namen der Illustratoren in den Katalogaufnahmen zudem nur unzureichend berücksichtigt werden, war eine umfangreiche Suche am Regal unumgänglich.

Im Folgenden soll das Ergebnis der Recherche – die illustrierten Bücher und Mappenwerke der Düsseldorfer Malerschule in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf – vor dem Hintergrund der Bedeutung der Düsseldorfer Druckgrafik exemplarisch näher vorgestellt werden. In seiner Geschlossenheit ermöglicht der Bestand einen repräsentativen Überblick über die Buchillustration der Düsseldorfer Malerschule und kann so-

---

Düsseldorfer Kunstszene im 19. Jahrhundert wird jedoch zu einem großen Teil erst nach 1904 und 1945 erworben; vgl. Fabian (1992: 264).

<sup>6</sup> Der Anteil der Kunstliteratur an den Neuerwerbungen steigt um 13 Prozent. Eine Sonderbeihilfe des Landes sowie seit 1968 regelmäßige Landeszuschüsse kommen ebenfalls dem Ausbau der Sondersammelgebiete zugute; vgl. Hiller von Gaertringen (1997: 20 f.). Bei vielen illustrierten Werken der Düsseldorfer Malerschule handelt es sich allerdings um literarische Werke. Sie sind nicht als Kunstliteratur angeschafft worden, sondern finden sich in der Systematik bei der Literaturwissenschaft.

<sup>7</sup> Besonders engagiert war in diesem Bereich Dr. Gerhard Rudolph, Fachreferent für Kunst an der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf; vgl. Colmi und Rudolph (1967), Rudolph (1970) sowie Rudolph (1984).

<sup>8</sup> Vgl. Rudolph (1973), Rudolph (1979a) sowie Rudolph (1979b).

<sup>9</sup> Rudolph (1970: 137).

<sup>10</sup> Bis heute gibt es keine vollständige bibliografische Erfassung der illustrativen Druckgrafik der Düsseldorfer Malerschule, die man der Recherche hätte zugrunde legen können. Diesen Umstand beklagt bereits Paul Horn, der 1928 erstmals umfassender die Düsseldorfer Grafik behandelt, und später Gerhard Rudolph, der sich in den 1970er und 80er Jahren des Themas annimmt; vgl. Rudolph (1973: 112).

<sup>11</sup> Durchgeführt hat die Recherche Frau Dr. Gabriele Ewenz mit Unterstützung eines genauen Kenners des Altbestands der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf, Herrn Rudolph Schmitt-Föllner.

mit als Grundlage zu seiner weiteren Erforschung dienen.<sup>12</sup> Die folgenden Ausführungen können allenfalls einen ersten Eindruck vermitteln.

## Die Bedeutung der Düsseldorfer Druckgrafik im 19. Jahrhundert

Bereits seit den Anfängen gibt es an der Düsseldorfer Kunstakademie eine renommierte Kupferstecherschule, deren Besuch in der Vorbereitungsphase Teil der Künstlerausbildung ist. Hier werden neben dem Kupferstich auch die Techniken Stahlstich, Lithografie und Radierung gelehrt.<sup>13</sup> Unter dem Direktorat Wilhelm von Schadows wird diese Schule durch Joseph von Keller geführt.<sup>14</sup>

Bereits um 1900 erscheinen in Düsseldorf Almanache und Taschenkalender als „früheste Zeugnisse illustrativer Grafik aus Düsseldorf“<sup>15</sup>, die sich auch im Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf befinden: das *Bergische Taschenbuch zur Belehrung und Unterhaltung* (1798–1806)<sup>16</sup> und das *Niederrheinische Taschenbuch für Liebhaber des Schönen und Guten* (1799–1805)<sup>17</sup>. Zwei Professoren der Düsseldorfer Kupferstecherschule lieferten hierfür zahlreiche Kupferstiche: Karl Ernst Christoph Heß (1755–1828) und Ernst Thelott (1798–1839). Bei der enthaltenen Grafik handelt sich größtenteils um Reproduktionsgrafik, das heißt um Stiche nach berühmten Gemälden. Almanache und Taschenkalender tragen zur geografischen Verbreitung der Düsseldorfer Malerei und Druckgrafik zu Beginn des 19. Jahrhunderts bei.

In Düsseldorf gibt es im 19. Jahrhundert eine große Anzahl ortsansässiger Verlage, für die viele Düsseldorfer Künstler der Zeit arbeiten: „Außer in Paris möchte wohl kaum ein Ort sein, an dem so viele Kupferstecher zusammenwohnen wie in Düsseldorf“, schreibt Joseph von Keller 1859 in einem Brief an Julius Hübner.<sup>18</sup> 1831 gibt es sieben Buchdruckereien und sechs Steindruckereien, deren Zahl 1843 bereits auf zwölf angewachsen ist.<sup>19</sup> Ein bekanntes Beispiel ist die lithografische Anstalt Arnz & Co., die zwischen 1815 und 1858 besteht. Durch den Vertrieb von Reproduktionsgrafik und Nachstichen berühmter Gemälde, auch der Düsseldorfer Malerschule, wird die Düsseldorfer Kunst weithin bekannt.

Auch die Kunstvereine tragen als Förderer zur Verbreitung der Düsseldorfer Malerei und Druckgrafik bei. Bekanntestes Beispiel ist der 1829 gegründete „Kunstverein für die Rheinlande und Westfalen“, dessen Förderung zum einen in Form von Stiftungen, aber auch durch die Verbreitung von grafischen Vereinsblättern besteht.

Dass die Düsseldorfer Druckgrafik zu Beginn des 19. Jahrhunderts einen großen Aufschwung erlebt, liegt auch in allgemeinen gesellschaftlichen Prozessen begründet.<sup>20</sup> Ein

<sup>12</sup> Bereits die Ausstellung der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf 1984 verfolgte das Ziel, anhand der eigenen Bestände einen Überblick über die in der großen Ausstellung von 1979 zur Düsseldorfer Malerschule nicht ausgestellte Druckgrafik zu geben. Leider ist die Publikation hierzu nicht sehr ausführlich und enthält kein Werkverzeichnis; vgl. Rudolph (1984: 1).

<sup>13</sup> Vgl. Rudolph (1970: 138).

<sup>14</sup> Vgl. hierzu Horn (1928: 23–55).

<sup>15</sup> Rudolph (1979a: 321).

<sup>16</sup> Vgl. Achenberg (1798–1806).

<sup>17</sup> Vgl. Mohn (1799–1805).

<sup>18</sup> Joseph von Keller, Brief vom 7. März 1859 an Julius Hübner; zitiert nach: Rudolph (1979b: 186).

<sup>19</sup> Vgl. Colmi (1964: 47 f.).

<sup>20</sup> Vgl. hierzu Hütt (1995).

neues breiteres Publikum interessiert sich für Literatur und Kunst; Gerhard Rudolph spricht von einem „Prozeß der Demokratisierung und Popularisierung“<sup>21</sup> in Kunstrezeption und Literatur. Das illustrierte Buch wird zu einer zeittypischen Erscheinung. Der zeitgenössische Beobachter des „Düsseldorfer Kunst- und Künstlerlebens“ Friedrich von Uechtritz schreibt 1839 Folgendes:

In unserer Zeit ist seit kurzem ein lebhafter Sinn für Malerei und bildliche Darstellungen erwacht. Eine wahre Völkerwanderung von Bildern bedeckt die Landstraßen. In allen größeren Städten werden Ausstellungen veranstaltet, haben sich Kunstvereine gebildet; Gemälde werden für einen geringen jährlichen Beitrag durch Verloosung in alle Winde gesät, die Kunst- und Buchhändler geben Prachtwerke mit Stahlstichen, Pfennigmagazine mit Holzschnitten zu den billigsten Preisen heraus, die reißenden Abgang finden.<sup>22</sup>

## **Illustrative Druckgrafik in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf**

Die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf besitzt circa 210 Titel (250 Bände) illustrierter Bücher und Mappenwerke von Künstlern der Düsseldorfer Malerschule aus der Zeit von 1819 bis 1918. Eine erste Sichtung des Bestands zeigt, dass es sich um sehr heterogenes Material handelt, sowohl bezogen auf den Umfang, die Formate als auch die verwendeten Drucktechniken (Holzschnitt, Radierung, Kupferstich, Stahlstich, Lithografie und so weiter).

Bei circa 60 Prozent der Werke handelt es sich um Literaturillustrationen, darunter Kinder- und Jugendliteratur. Das Themenspektrum reicht darüber hinaus von Kunst, Musik und Architektur über Geschichte und Politik bis hin zu Naturwissenschaften und Geografie. Auch Illustrationen religiöser Sujets sind zu finden.

## **Gemeinschaftsunternehmen Düsseldorfer Künstler**

Charakteristisch für die Buchillustration der Düsseldorfer Malerschule sind die Gemeinschaftsunternehmen Düsseldorfer Künstler: „Sie sind es, die die Besonderheit und Eigenart des druckgraphischen Schaffens der Düsseldorfer Künstler am deutlichsten beleuchten.“<sup>23</sup>

Gemeinschaftsunternehmen werden durch den starken Zusammenhalt der Düsseldorfer Künstler untereinander möglich, die einander in vielen Fällen freundschaftlich verbunden sind.<sup>24</sup> Das gesellige Leben besitzt innerhalb der Künstlerschaft einen großen Stellenwert. Es manifestiert sich in festlichen Umzügen, Theateraufführungen oder einfach im privaten Bereich durch Leseabende oder das Stellen lebender Bilder. Zahlreiche Künstlervereinigungen werden gegründet; das bekannteste Beispiel ist sicherlich der 1848 gegründete *Malkasten*, der bis heute in Düsseldorf besteht.<sup>25</sup>

<sup>21</sup> Rudolph (1979b: 187).

<sup>22</sup> Uechtritz (1839: 1).

<sup>23</sup> Rudolph (1979b: 186).

<sup>24</sup> Dies zeigt sich auch in den zahlreichen Freundschaftsbildnissen; ein Beispiel ist das Gruppenbildnis von Wilhelm Schadow mit Berthel Thorvaldsen, Wilhelm und Rudolph Schadow: Wilhelm von Schadow, Selbstbildnis mit dem Bruder und Berthel Thorvaldsen, Öl/Leinwand, 91 × 118 cm, Berlin, Nationalgalerie, Inv.-Nr. A I 325.

<sup>25</sup> Vgl. <http://www.malkasten.org/> (17.09.2009).

1837 entstehen die *Lieder eines Malers mit Randzeichnungen seiner Freunde*<sup>26</sup>, herausgegeben von Robert Reinick, die im Düsseldorfer Buddeus Verlag erschienen sind. Es handelt sich um ein sehr erfolgreiches Gemeinschaftswerk von 29 Künstlern, darunter Andreas Achenbach, Alfred Rethel, Adolf Schrödter, Carl Friedrich Lessing und Johann Baptist Sonderland. Das Werk muss bereits nach kurzer Zeit wegen der enormen Nachfrage neu aufgelegt werden.<sup>27</sup>

Die einzelnen Lieder Reinicks sind jeweils auf der ersten Seite von einem reich illustrierten Rahmen umgeben. Form und Inhalt der Illustrationen, die in der Technik der Radierung ausgeführt sind, variieren stark. Es gibt figurenreiche Arabesken, die den Text umgeben und im Sinne von Buchschmuck gestaltet sind.<sup>28</sup> In einigen Fällen finden sich auch ganzseitige Darstellungen, in die der Text auf weißem Hintergrund einfach hineingesetzt worden ist.<sup>29</sup> Als Sujets findet man Landschaften, religiöse Themen und Genredarstellungen.

In den *Liedern eines Malers mit Randzeichnungen seiner Freunde* stehen Text und Bild in engem Bezug zueinander. Bei dem von Rudolph von Normann illustrierten Lied mit dem Titel „Malers Wanderlied“ (Abb. 1) umrahmt die Darstellung den in der Mitte platzierten Liedtext. Der breite Rahmen ist klar in einzelne Felder aufgeteilt, in denen Genreszenen aus dem Düsseldorfer Künstlerleben abgebildet sind: Alle dargestellten Maler sind Düsseldorfer Künstler. Im oberen Bildfeld erkennt man ein Rheinpanorama mit der Stadt Düsseldorf im Hintergrund. Die beiden Maler im Vordergrund links sind augenscheinlich auf Wanderschaft und lassen die Stadt bereits hinter sich. Bei den beiden kleineren Szenen darunter handelt es sich um Interieurs: Ein Maler im Atelier springt von seinem Schemel vor der Staffelei auf und wird wohl im nächsten Moment das Haus verlassen. Er wendet sich dem Mädchen auf der gegenüberliegenden Seite zu, das einen Picknickkorb packt. Das untere Bildfeld zeigt eine Gruppe von Malern bei der Arbeit im Freien. Mit Skizzenbüchern und Staffelei wird die unberührte Natur studiert, einer hat den Farbenkasten auf dem Schoß, ein weiterer sitzt unter einem Sonnenschirm. Die Darstellung nimmt Bezug auf die zweite Strophe des Liedes:

Früh, wenn der Lerchen Lied erschallt  
 Und Erd' und Himmel glüht,  
 da sitz ich schon im grünen Wald,  
 Wo Alles um mich blüht;  
 Und Morgenroth und Wolkenpracht  
 Wird auf die Leinwand flugs gebracht.<sup>30</sup>

Das Projekt der *Randzeichnungen* wird fortgeführt: 1843 und 1844 erscheinen ein zweiter und ein dritter Band unter dem Titel *Deutsche Dichtungen mit Randzeichnungen deut-*

<sup>26</sup> Vgl. Reinick (1838). Die Universitäts- und Landesbibliothek besitzt verschiedene Ausgaben dieses Werkes, unter anderem einen Probedruck von 1836 mit zehn Radierungen in einer Mappe (Sign.: kun/b3720).

<sup>27</sup> Der Titel *Lieder eines Malers mit Randzeichnungen seiner Freunde* ist durch Dürers *Randzeichnungen zum Gebetbuch Kaiser Maximilians* angeregt, das 1808 in München in einer lithografischen Ausgabe erschienen ist. Vgl. hierzu ausführlicher Rudolph (1979a: 328–332).

<sup>28</sup> Beispiel hierfür ist das Lied „Der neue Simson“, das von Adolph Schroedter illustriert worden ist.

<sup>29</sup> Dies ist beispielsweise bei der Illustration „An den Sonnenschein“ von Eduard Bendemann der Fall.

<sup>30</sup> Reinick (1838: 31), 2. Strophe.





scher Künstler<sup>31</sup>, an der auch nicht aus Düsseldorf stammende Künstler, unter anderem Moritz von Schwind und Ludwig Richter, beteiligt sind. Auch diese Bände befinden sich im Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf.

Auf ein weiteres Gemeinschaftswerk soll hier eingegangen werden, weil sich eine besonders seltene Ausgabe im Besitz der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf befindet: das *Düsseldorfer Künstleralbum*. Es wird von Wolfgang Müller von Königswinter begründet und erscheint zwischen 1851 und 1866. Vom vierten Jahrgang dieses Werkes (1854) gibt es eine englische Ausgabe: *The Dusseldorf Artists' Album*<sup>32</sup>, herausgegeben und übersetzt von der Schriftstellerin Mary Howitt (Abb. 2). Constantin Nörrenberg, zwischen 1904 und 1928 Direktor der Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf, weist 1911 in seinem Artikel „The Dusseldorf Artists' Album: ein Unikum?“<sup>33</sup>, auf die Bedeutung des Werkes hin. Die englische Ausgabe enthält unter anderem den ersten Entwurf von Dante Gabriel Rosetti's Gedicht „Sister Helen“.<sup>34</sup> Nur das Titelblatt wurde in London gedruckt (London, E. Tucker), der Vorderumschlagtitel und der Zwischentitel sind die des deutschen Originals, allerdings mit englischen Aufschriften. Auch die 26 Tafeln des deutschen Originals sind geblieben; die meisten Lithografien wurden bei Arnz & Co in Düsseldorf gedruckt. Das Buch ist in zwei Teile geteilt: Teil I enthält zwölf Tafeln, Teil II die „Poems with Illustrations“. Dabei handelt es sich um die Gedichte der deutschen Ausgabe, übersetzt von Mary Howitt. Dazwischen befinden sich zehn englische Originalbeiträge.

Nörrenberg berichtet, dass *The Dusseldorf Artists' Album* über Briefkontakt mit Miss Mary E. B. Howitt, der Tochter von Mr. William Howitt, für die Landes- und Stadtbibliothek erworben werden konnte. Seine damaligen Recherchen haben weder in England noch in Deutschland ein weiteres Exemplar des Werkes nachweisen können:

Ich vermute, es werden keine Exemplare in Deutschland geblieben oder hierher gelangt sein, in England gibt es wohl nur welche in Privatbesitz, wenn überhaupt. In gewissem Sinne ist unser Exemplar wohl eine Unikum [ . . . ].<sup>35</sup>

Ein weiteres Gemeinschaftsunternehmen, das an dieser Stelle nur kurz erwähnt werden kann, sind die *Düsseldorfer Monatshefte*<sup>36</sup>. Bei dieser Zeitschrift, die zwischen 1847 und 1860 erschienen ist und die sich auch im Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf befindet, handelt es sich um die „wichtigste Manifestation künstlerischer Stellungnahme zu politischen Themen“<sup>37</sup>. Die *Düsseldorfer Monatshefte* sind von Lorenz Clasen herausgegeben und von den zahlreichen beteiligten Künstlern mit Holzschnitten und ganzseitigen Lithografien illustriert worden. Vor allem in den ersten Heften ist der satirische Blick auf das Zeitgeschehen deutlich, das von dem Geschehen 1848 und seinen Folgen bestimmt ist.

<sup>31</sup> Vgl. *Deutsche Dichtungen mit Randzeichnungen deutscher Künstler* (1843/1844).

<sup>32</sup> Vgl. *The Dusseldorf Artists' Album* (1854).

<sup>33</sup> Vgl. Nörrenberg (1911), auf den ich mich mit meinen folgenden Ausführungen beziehe. Ich danke Herrn Schmitt-Föllner für den Hinweis.

<sup>34</sup> Vgl. Nörrenberg (1911: 371). Die Ausgabe wird in den Publikationen von William Michael Rosetti, dem Bruder von Dante Gabriel Rosetti, zitiert und nur durch dieses Zitat ist die Ausgabe bekannt geworden.

<sup>35</sup> Nörrenberg (1911: 372).

<sup>36</sup> Vgl. *Düsseldorfer Monatshefte* (1847–1860).

<sup>37</sup> Rudolph (1973: 116).



Abb. 2: The Dusseldorf Artist's Album, vorderer Buchdeckel

## Illustrierte Kinderbücher

Die Künstler der Düsseldorfer Malerschule haben auch Kinderbücher illustriert.<sup>38</sup> Es gibt reine Bilderbücher ohne Text wie das Werk *Bilderlust für fleißige Kinder*, das 1840 bei Arnz & Co in Düsseldorf erschienen ist.<sup>39</sup> Die farbigen Illustrationen stammen von Johann Baptist Sonderland und zeigen auf jeder Seite auf weißem Grund fünf bis sechs in sich abgeschlossene Bilder unterschiedlichen Inhalts, die einmal mehr, einmal weniger in einem Zusammenhang zueinander stehen. Das ausgewählte Beispiel (Abb. 3) zeigt Szenen aus dem Landleben: Kühe auf der Wiese, einen Reiter, einen Jäger, einen Wanderer. An der Pferdedarstellung lässt sich erkennen, dass die Kenntnis von der genauen Bewegungsabfolge des Pferdes noch nicht vorhanden ist: Weder im Galopp noch beim Sprung ist die dargestellte Beinstellung in der Realität beim Pferd zu beobachten. Mit dem Aufkommen der Daguerreotypie und später des bewegten Bildes durch Eadweard Muybridge werden diese Bewegungsfolgen erstmals im Detail aufgenommen und auch in der Kunst rezipiert.



Abb. 3: *Bilderlust für fleißige Kinder*, Abb. 1, Illustration von Johann Baptist Sonderland

Ein Beispiel mit belehrendem Charakter ist *Das goldene ABC, dargestellt in Bildern aus dem Natur- und Menschenleben nebst erklärendem Texte zur Beförderung eines ge-*

<sup>38</sup> Am bekanntesten und in der Literatur immer wieder zitiert sind die Kinderbücher von Gustav Süss, beispielsweise *Froschküster Quak* (1862) oder *Swinegels Abenteuer* (1857), von denen sich auch Exemplare im Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf befinden.

<sup>39</sup> Vgl. Sonderland (1840).

wandteren Lesens so wie zur belehrenden Unterhaltung für die liebe Jugend, das 1849 im Verlag Schulgen in Düsseldorf erschienen ist.<sup>40</sup> Getrennt in einen Tafel- und einen Textteil werden hier Bilder zu den einzelnen Buchstaben präsentiert und eine Erläuterung der Gegenstände gegeben. Die kolorierten Stiche stammen wie bei dem vorherigen Beispiel von Johann Baptist Sonderland. Die Texte haben informativen und belehrenden Charakter, enthalten gelegentlich aber auch unterhaltsame Anekdoten, beispielsweise der zur hier unter anderem abgebildeten Eule (Abb. 4).

Eule. [...] Die Eulen haben ein sehr weiches, flaumartiges Gefieder: ihr Flug ist so leise, daß man sie kaum kommen hört. Als daher 'mal Einer bei Nacht über einen Kirchhof ging, und auf einmal seine Perücke ganz leise vom Kopfe gehoben wurde, glaubte er, es habe sie ihm ein Geist abgezogen, der gerade eine brauchte. Nach einiger Zeit aber, wo man etwas am Kirchthurme zu bauen hatte, fand man die Perücke in einem Eulenneste; dorthin hatte sie die alte Eule getragen, um ihren Jungen ein recht weiches Bettchen zu bereiten.<sup>41</sup>

Das Werk ist sehr selten. Bei einem ersten Bestandsabgleich lässt es sich bis jetzt nur in der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf nachweisen.

## Rheinansichten

Ein beliebtes Sujet aus dem Bereich der Landschaftsdarstellungen ist der Rhein und seine anliegenden Städte. Aus dem Jahr 1829 stammt der Band *Croquis pittoresques. Cinquante-cinq vues du Rhin dessinée d'après nature*<sup>42</sup> von dem Künstler Johann Adolph Lasinsky. Wie dem Titel zu entnehmen ist, handelt es sich um Zeichnungen nach der Natur.

In dem Blatt „Ansicht von Cöln“ (Abb. 5) hat der Künstler eine Rheinansicht bei Köln festgehalten. Der Fluss befindet sich im Zentrum des Bildes, im Hintergrund erkennt man die Silhouette der Stadt mit der Stadtmauer und dem unfertigen Kölner Dom. Eine Rheinbrücke ganz im Hintergrund verbindet die beiden Rheinufer. Vor dieser Landschaft spielen sich im Vordergrund verschiedene alltägliche Szenen ab, die die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich ziehen. Kleine Segelboote liegen am Ufer und werden von Arbeitern be- und entladen. Ein Paar in bürgerlicher Kleidung betrachtet das Rheinpanorama. Eine kleine Gruppe Soldaten steht beziehungsweise sitzt am Ufer. Ganz im Vordergrund geht ein Junge mit seinem Hund an der Leine spazieren. Ein Reiter ist mit zwei Pferden ins Wasser geritten, und im Hintergrund erkennt man mehrere Spaziergänger. Die Darstellung geht klar über eine reine Landschaftsdarstellung hinaus, es sind Genrelemente erkennbar. Die Szene wirkt auf den ersten Blick wie eine Momentaufnahme; bei näherer Betrachtung ist bei diesem Stimmungsbild jedoch die wohl durchdachte Komposition ersichtlich.

Ein späteres Beispiel ist das von Caspar Scheuren illustrierte, großformatige Mappenwerk *Der Rhein von den Quellen bis zum Meere*<sup>43</sup> aus den Jahren 1880–1883 (Abb. 6). Anders als bei dem ersten Beispiel handelt es sich um ein aufwändig hergestelltes Prachtwerk mit einem großen Anteil an Vergoldungen. Die Bilder der jeweiligen Städte sind in ein Rahmenwerk aus Arabesken eingefügt, das eine eigene Architektur bildet. Gewidmet ist das Werk dem Titelblatt zufolge „Ihrer Kaiserlichen und Königlichen Majestäten, dem

<sup>40</sup> Vgl. Sonderland (1849).

<sup>41</sup> Sonderland (1849: 16).

<sup>42</sup> Vgl. Lasinsky (1829).

<sup>43</sup> Vgl. Scheuren (1880–1883).



Abb. 4: Das goldene ABC, dargestellt in Bildern aus dem Natur- und Menschenleben, „E“, Illustration von Johann Baptist Sonderland



Abb. 5: *Croquis pittoresques. Cinquante-cinq vues du Rhin*, „Ansicht von Cöln“, Illustration von Adolf Lasinsky



Abb. 6: *Der Rhein von den Quellen bis zum Meere*, Titelblatt, Illustration von Caspar Scheuren

Deutschen Kaiser und der Deutschen Kaiserin, Wilhelm I., Augusta, König und Königin von Preußen“.

Bei diesem Mappenwerk geht es vorrangig um Pracht und Repräsentation. Dies drückt sich auch im Format aus (Querfolio). In dem Blatt „Cöln“ (Abb. 7) werden besonders wichtige Bauwerke und Persönlichkeiten der Stadt in einem aufwändigen, arbeskenhaft anmutenden Architekturgerüst präsentiert. In der Mitte befindet sich als größte Darstellung eine Außenansicht des Kölner Doms „in seiner Vollendung 1890“, flankiert von zwei Innenansichten rechts und links. Weitere Gebäude sind der Gürzenich und das Rathaus – Bauten des selbstbewussten Bürgertums. An zentraler Stelle unter der Darstellung des Doms ist das Reiterstandbild Friedrich Wilhelms III. mit folgender Widmung dargestellt: „Dem Könige Friedrich Wilhelm III. die dankbaren Rheinlande“.



Abb. 7: *Der Rhein von den Quellen bis zum Meere*, Blatt „Cöln“, Illustration von Caspar Scheuren

### DFG-Projekt „Das illustrierte Buch der Düsseldorfer Malerschule“

Die ausgewählten Beispiele können nur schlaglichtartig Einblick in die Vielfalt der Buchillustration der Düsseldorfer Malerschule gewähren. Im Rahmen eines Digitalisierungsprojektes, dessen Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Anfang 2009 bewilligt worden ist,<sup>44</sup> sollen die illustrierten Bücher und Mappenwerke der Düssel-

<sup>44</sup> Das Projekt „Digitalisierung von Beständen der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf – Das illustrierte Buch der Düsseldorfer Malerschule“ wurde im Förderprogramm „Kulturelle Überlieferung“ im Bereich „Wissenschaftliche Literaturversorgungs- und Informationssysteme“ bewilligt.

dorfer Malerschule aus dem Bestand der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf digitalisiert, formal und inhaltlich erschlossen und der Öffentlichkeit über die Digitalen Sammlungen<sup>45</sup> frei zur Verfügung gestellt werden.

Bereits in der Planungs- und Vorbereitungsphase hat es Kontakte mit dem Seminar für Kunstgeschichte der Heinrich-Heine-Universität gegeben, wo die Erforschung der Kunst des 19. Jahrhunderts einen Schwerpunkt in Forschung und Lehre bildet. Ein weiterer Kooperationspartner des Projektes ist die Stiftung museum kunst palast, die als zentrale Einrichtung zur Düsseldorfer Malerschule gelten kann.

Das Digitalisierungsprojekt an der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf soll erstmals einen repräsentativen Querschnitt durch die Buchillustration der Düsseldorfer Malerschule vermitteln und somit Anlass zu weiterführenden Forschungen des illustrierten Buchs im 19. Jahrhundert bieten.

## Quellen

- ACHENBERG, Wilhelm (1798–1806). *Bergisches Taschenbuch zur Belehrung und Unterhaltung*. Düsseldorf: Dänzer 1798–1806. Sign.: DGV 64.
- Deutsche Dichtungen mit Randzeichnungen deutscher Künstler* (1843/1844). Düsseldorf: Buddeus 1843 (Band 1), 1844 (Band 2). Sign.: DLIT802(4):1/2.
- Düsseldorfer Monatshefte* (1847–1860). Düsseldorf: Elkan, 1.1847/48–13.1860. Sign.: zb 6666.
- The Dusseldorf Artist's Album* (1854). Edited and translated by Mary Howitt. With Original Contributions by Various English Poets. London: Trübner and Co., 12 Paternoster Row 1854. Sign.: KW1415.
- LASINSKY, Adolf (1829). *Croquis pittoresques. Cinquante-cinq vues du Rhin dessinée d'après nature par J. A. Lasinsky*. Frankfurt am Main: Jügel. Sign. kun/b2994.
- MOHN, Friedrich (1799–1805). *Niederrheinisches Taschenbuch für Liebhaber des Schönen und Guten*. Düsseldorf: Schreiner. Sign.: DGV 236.
- REINICK, Robert (1838). *Lieder eines Malers mit Randzeichnungen seiner Freunde*. Düsseldorf: Julius Buddeus. Sign.: DLIT775(4), DLIT2004(4) (Mappenausgabe).
- SCHEUREN, Caspar (1880–1883). *Der Rhein von den Quellen bis zum Meere*. Lahr: Schauenburg. Sign.: K378.
- SONDERLAND, Johann Baptist (1840). *Bilderlust für fleißige Kinder*. Düsseldorf: Arnz. Sign.: kun/b6405.
- SONDERLAND, Johann Baptist (1849). *Das goldene ABC, dargestellt in Bildern aus dem Natur- und Menschenleben nebst erklärendem Texte zur Beförderung eines gewandteren Lesens so wie zur belehrenden Unterhaltung für die liebe Jugend*. Düsseldorf: Schulgen. Sign.: KW1633/1849.
- SÜS, Gustav (1857). *Swinegels Reiseabenteuer!* Braunschweig: Vieweg. Sign.: DLIT772(4).
- SÜS, Gustav (1862). *Froschküster Quak*. Glogau: Flemming. Sign.: DLIT773.

## Literatur

- COLMI, Elsbeth (1964). „Glanz und Elend einer Lithographischen Anstalt. Arnz & Comp., Düsseldorf 1815–1858“, in: *Bibliothekarische Nebenstunden. Joseph Gießler zum 65. Geburtstag gewidmet*. Düsseldorf, 44–67. (Veröffentlichungen der Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf; 5)

<sup>45</sup> Vgl. <http://digital.ub.uni-duesseldorf.de/> (08.05.2009).



- COLMI, Elsbeth und Gerhard RUDOLPH (1967). *1000 Jahre Buchkunst am Niederrhein. Aus den Schätzen der Landes- und Stadtbibliothek*. Düsseldorf.
- FABIAN, Bernhard (Hrsg., 1992). *Handbuch der historischen Buchbestände in Deutschland*. Bd. 3: *Nordrhein-Westfalen, A–I*. Hildesheim u. a.
- HILLER VON GAERTRINGEN, Julia (1997). *Stadt und Bibliothek. Die Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf in den Jahren 1904 bis 1970*. Düsseldorf. (Schriften der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf; 28)
- HORN, Paul (1928). *Düsseldorfer Graphik in alter und neuer Zeit*. Düsseldorf. (Schriften des Städtischen Kunstmuseums Düsseldorf; II)
- HÜTT, Wolfgang (1995). *Die Düsseldorfer Malerschule*. Leipzig.
- Lexikon der Düsseldorfer Malerschule. 1819–1918* (1997). Herausgegeben vom KUNSTMUSEUM DÜSSELDORF im Ehrenhof und von der GALERIE PAFFRATH, Düsseldorf. Projektleitung: Hans PAFFRATH. Bd. 1: *Abbema–Gurlitt*. München.
- NÖRREBERG, Constantin (1911). „The Dusseldorf Artists’ Album: ein Unikum?“, *Zeitschrift für Bücherfreunde* N. F. 2, 11, 371–372.
- RUDOLPH, Gerhard (1970). „Buchgraphik in Düsseldorf 1800 bis 1850. Überlegungen und Nachklänge zu einer Ausstellung im Jahre 1967“, in: LANDES- UND STADTBIBLIOTHEK DÜSSELDORF (Hrsg.) *200 Jahre Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf*. Düsseldorf, 137–150. (Veröffentlichungen der Landes- und Stadtbibliothek Düsseldorf; 6)
- RUDOLPH, Gerhard (1973). „Druckgraphik in Düsseldorf 1800–1860“, in: Eduard TRIER (Hrsg.). *Zweihundert Jahre Kunstakademie Düsseldorf*. Düsseldorf, 109–120.
- RUDOLPH, Gerhard (1979a). „Die illustrative Graphik. Mit einem Exkurs: Reproduzierende und Gebrauchsgraphik“, in: Eduard TRIER und Willy WEYRES (Hrsg.). *Kunst des 19. Jahrhunderts im Rheinland in fünf Bänden*. Düsseldorf, 315–357.
- RUDOLPH, Gerhard (1979b). „Buchgraphik in Düsseldorf“, in: Wend VON KALNEIN (Hrsg.). *Die Düsseldorfer Malerschule*. Düsseldorf, 186–196.
- RUDOLPH, Gerhard (1984). *Von der Romantik zum politischen Engagement. Druckgraphik in Düsseldorf 1800–1860. Eine Ausstellung der Universitätsbibliothek Düsseldorf, 5. Okt.–30. Nov. 1984*. Düsseldorf.
- SCHÜLER, Jürgen (1990). *Universitätsbibliothek Düsseldorf: Bibliothek Lambert Krahe. Kunstliteratur des Barock und des Klassizismus. Eine Ausstellung der Universitätsbibliothek Düsseldorf*. Düsseldorf. (Schriften der Universitätsbibliothek; 7)
- ÜCHTRITZ, Friedrich VON (1839). *Blicke in das Düsseldorfer Kunst- und Künstlerleben*. Erster Band. Düsseldorf.



# **Ausstellungen**



ANDREA VON HÜLSEN-ESCH

## Jüdische Künstler aus Osteuropa und die westliche Moderne zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Im Jahr 2004 begann eine fruchtbare Zusammenarbeit des Instituts für Kunstgeschichte mit dem Institut für Jüdische Studien, konkret mit Univ.-Prof. Dr. Marion Aptroot, mit einer Ausstellung über jüdische Illustratoren des 20. Jahrhunderts in der Sammlung jiddischer Bücher der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf.<sup>1</sup> Diese Sammlung repräsentiert nicht nur die verschiedenen literarischen Gattungen, die mit Illustrationen versehen wurden, sie lässt auch die Anfänge der Buchillustration sowie die Rolle der verschiedenen regionalen Zentren nachvollziehen, die im Laufe der Zeit entstanden sind – und die nicht zu trennen sind von den religiösen und politischen Ereignissen in Europa. Am Beginn der Entwicklung steht mit Ephraim Moses Lilien ein Künstler des Jugendstils, dessen Engagement für die zionistische Bewegung nicht nur thematisch in seinen Holzschnitten und Radierungen seinen Niederschlag fand: Mit seinen Werken wurde deutlich, dass Kunst ein Ausdrucksmittel politisch engagierter Juden sein konnte. In der Folge wurde die Frage nach einer jüdischen Identität in der Kunst laut. In Berlin wie in Sankt Petersburg, Moskau, Prag, Paris oder London setzte die Diskussion über den spezifischen Beitrag jüdischer Künstler zur zeitgenössischen Kunst ein. Diese Diskussion hat den Boden bereitet für einen Aufschwung in der Produktion von Gemälden, Zeichnungen und Druckgrafiken, die sich auch inhaltlich mit den Themen des jüdischen Lebens auseinandersetzen, und mit dem Aufleben der jiddischen Literatur tritt die Buchillustration als eine für die Visualisierung jüdischer Kultur besonders geeignete Gattung in den Vordergrund. Die Illustrationen in jiddischen Büchern lassen verschiedene regionale Produktionszentren zu unterschiedlichen Zeiten erkennen, und auch die Entstehung dieser Zentren ist aufs Engste verknüpft mit den politischen Entwicklungen.

Vor Ausbruch des Ersten Weltkrieges gab es bereits eine erste Blütezeit moderner jiddischer Literatur in Osteuropa, doch wurde deren Verbreitung mit Ausbruch des Krieges in Russland verboten. Mit der Russischen Revolution im Februar 1917 aber lebte sie erneut auf, denn nun war die Publikation von jiddischen und hebräischen Büchern erlaubt, wodurch eine Renaissance des jüdischen Kulturlebens einsetzte. Marc Chagall als die zentrale Figur unter den russischen Künstlern erklärte sich sofort bereit, das erste jiddische Kinderbuch von Der Nister, *A Mayse mit a Hon. Dos Tsigele* (Eine Geschichte über einen Hahn, Das kleine Kind), zu illustrieren (Abb. 1). Es folgten Illustrationen von Erzählungen und Gedichten, die zu Beginn der Russischen Revolution die Utopie von einem friedlichen Zeitalter entwarfen und die Hoffnung der jüdischen Bevölkerung auf ein nun folgendes freies Leben ausdrückten. Auch El Lissitzky illustrierte folkloristische jüdische Erzählun-

<sup>1</sup> Der vorliegende Beitrag basiert auf den Katalogen zu den jeweiligen Ausstellungen; vgl. das Literaturverzeichnis.

gen ebenso wie Kinderbücher, von denen *Had Gadya* (Ein Kind) eines der berühmtesten ist. Dieses Buch, eines der wenigen, die der Künstler farbig illustrierte, zeigt eine enge Verbindung von Text und Bild: Einzelne Figuren sind in derselben Farbe gestaltet wie das sie bezeichnende Wort in dem umgebenden Text (Abb. 2); stilistisch verweisen die phantasiereichen Zeichnungen noch auf El Lissitzkys kubistische Phase. Die Illustrationen beider Künstler aus dieser Zeit reflektieren sowohl ihre enge Zusammenarbeit als auch ihre Auseinandersetzung mit traditionellen jüdischen Ornamentformen, die in beiden Fällen in die Bildkompositionen Eingang fanden. Bis zu ihrer Emigration im Jahr 1922 bleiben Chagall und El Lissitzky die führenden Künstler der jüdischen Buchillustration in Russland, doch wurde damit zugleich ein Medium wiederentdeckt, das zunehmend in der folgenden Zeit auch in anderen Ländern in besonderem Maße der Illustration jüdischen Brauchtums, religiöser Schriften und jiddischer Lyrik und Prosa diente.

Durch die Emigration jüdischer Künstler nach Amerika entsteht dort zeitgleich mit den Illustrationen in Russland eine neue Tradition, die ebenfalls in einem Wiederaufleben jüdischer Kultur im Kreise der jungen Immigranten zu Beginn des 20. Jahrhunderts begründet liegt. Eine größere Gruppe von Künstlern hatte sich während des Zweiten Weltkrieges in New York zusammengefunden, wo eine wachsende jüdische Gemeinde von europäischen Flüchtlingen die Tradition jiddischsprachiger Literatur aufrechterhielt und zu neuer Blüte brachte. In dem Maße, in dem mit den jiddischen Erzählungen, Märchen und Kindergeschichten eine kostbare, den alten Lebensraum gegenwärtig haltende literarische Kultur aus der Alten Welt weiterleben konnte, führten die Illustrationen der größtenteils aus Polen stammenden jüdischen Künstler dieses Lebensgefühl vor Augen. Die Bilder – ob Milieuschilderungen, ins Bild gesetzte Erzählungen, Illustrationen von kultischen Handlungen oder Zeichnungen für Kinderbücher – transportierten die Erinnerung an eine verlorene Zeit und an ein verlorenes Land und bildeten zusammen mit der Literatur einen Teil der kulturellen Basis für die sich neu zusammenfindende Gemeinde der entwurzelten Emigranten (Abb. 3). Die Buchillustration jüdischer Künstler wurde zur Brücke zwischen den Welten. Stilistisch zum Teil noch den Traditionen des europäischen Expressionismus verhaftet, bilden sie zugleich ein konservatives Element innerhalb der Gattung der Buchillustration in jiddischen Büchern und knüpfen somit zugleich an die frühen Illustrationen der russischen Avantgardekünstler an.

Wiederholt wurde aus den Kreisen dieser Künstler selbst die Frage aufgeworfen, ob es eine „jüdische Kunst“ gebe. Diese Frage, immer wieder gestellt und je nach Kenntnis, Glaubensbekenntnis oder politischer Ansicht beantwortet, harrt bis heute einer gründlichen Diskussion. Einige Künstler haben sich dazu geäußert, nicht immer programmatisch, aber in ihren Briefen oder in nachträglich aufgezeichneten Gesprächen. Ihre Illustrationen bieten zusammen mit diesen Dokumenten den Anlass, diese Frage neu und erneut zu stellen: neu, weil es in der Kunst liegende Kriterien zu geben scheint, die möglicherweise zu einer Definition dessen, was denn jüdische Kunst sei, führen – erneut, weil die stets im Zusammenhang mit einer „jüdischen Kunst“ benannten Faktoren, die religiöse Zugehörigkeit und die damit verbundenen kulturellen Riten und Traditionen, aufgegriffen und mit diskutiert werden müssen. Diese Frage kann im Rahmen des vorliegenden Artikels selbstverständlich nicht beantwortet werden; sie ist zu komplex, und es bedarf noch weitgehender wissenschaftlicher Recherchen, um die im Folgenden vorgestellten Gesichtspunkte zu erhärten.



Abb. 1: Marc Chagall – Der Nister. *A Mayse mit a Hon. Dos Tsigele*. Wilna 1917 [Faksimile Jerusalem 1983]



Abb. 2: El Lissitzky – *Had Gadya*. Kiew 1919 [Nachdruck Los Angeles 2004] Folio 2F



Abb. 3: Benjamin Kopman – Mani Leib. *Vunder iber vunder. Lider, baladn, mayselekh*. New York 1930

Eine der hartnäckig je nach politischer Situation diskutierten Thesen ist diejenige, dass „jüdische Kunst“ die „Kunst von Juden“ sei. Obgleich die religiöse Zugehörigkeit ein Kriterium ist, das im Zusammenhang mit „jüdischer Kunst“ immer wieder auftaucht, stellt die Identität der Künstler als Juden nur einen möglichen Faktor dar: Es gibt sehr viel mehr jüdische Künstler, deren Kunst von derjenigen christlicher Künstler nicht zu unterscheiden ist. Mehr noch: Bei vielen Künstlern wüsste man gar nicht zu sagen, ob die religiöse Zugehörigkeit für ihr Leben überhaupt eine Rolle spielt. Die Künstler leben in einer Zeit, in der – vor allem in Osteuropa – versucht wird, eine Nationalkultur auf der Grundlage einer „Volkskultur“ zu definieren. Für diejenigen, die nicht einfach in dieser Mehrheitskultur aufgehen wollen – und dies vielleicht gar nicht können, weil sie in den Augen vieler vor



allem Juden und daher nie wirklich Teil dieser Kultur sein werden –, ist es wichtig zu wissen, was ihre Kultur dann ist, wenn es nicht die Religion ist. Daher stellt sich ihnen die Frage: Was ist jüdische Kultur? Welche Traditionen sind es, die möglicherweise Bedingung für eine „jüdische Kunst“ sind? Welche institutionellen Voraussetzungen müssen gegeben sein, was macht die spezifische Identität als „jüdischer Künstler“ aus? Welchen Anteil haben die osteuropäischen jüdischen Künstler an einer Ausprägung der „jüdischen Kunst“?

Zunächst scheint der Werdegang eines jüdischen Künstlers sich nicht von demjenigen eines nichtjüdischen zu unterscheiden: Die Gründung von Kunstakademien in München, Wien und St. Petersburg im 19. Jahrhundert – als „neutrale“ Orte für die Kunstproduktion – erlaubt es auch osteuropäischen Juden, eine Ausbildung als Maler und Bildhauer aufzunehmen und diese Berufe auszuüben. Als jüdische Künstler gegen Ende des 19. Jahrhunderts beginnen, sich in die europäischen Künstlerkreise zu integrieren, bringen sie jüdische Themen und jüdische Erfahrungen mit in die zeitgenössische Genremalerei ein. Die Art der Darstellung ist jedoch keineswegs in einer eigenen Tradition verwurzelt. Die Behandlung jüdischer Themen und jüdischen Brauchtums übernimmt vielmehr Elemente der christlichen Darstellungen. Darüber hinaus produzieren jüdische Künstler Kunst ohne jüdische „Spuren“, darunter Landschafts- und Historienmalerei oder Portraits. Zugleich aber kommt es in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zu einer Revolte gegen die traditionell ausgerichtete Akademie in Russland: Polnische Künstler, die in München studiert haben und dem Realismus verpflichtet sind, benutzen die allegorischen Möglichkeiten des christlichen Symbolismus in ihrer Suche nach einer zeitgenössischen Bildsprache. Ihre jüdischen Kollegen versuchen, die von Armut, Antisemitismus, Alter und sozialen Konflikten gekennzeichneten Entbehrungen des jüdischen Lebens mit den Mitteln der christlich-religiösen Malerei darzustellen. Im späten 19. Jahrhundert mehren sich die eher sentimental dargestellten jüdischen Lebens, in Annäherung an die so genannte geheime Romantik in Polen und Russland. Dennoch ist kein typisch „jüdischer Stil“ in der Malerei erkennbar: Die Maler werden von ihren Lehrern und anderen Vorbildern beeinflusst, sowohl in Osteuropa als auch während zahlreicher Aufenthalte im Ausland. Die meisten Künstler jüdischer Herkunft um die Jahrhundertwende – wie zum Beispiel Isaak Levitan, Sándor Bihari, Léon Bakst, Naum Gabo und Chaim Soutine – haben nie jüdische Themen verarbeitet; Leonid Pasternak macht zwar Skizzen von Pogromen, benutzt diese aber nicht für seine Ölgemälde.

Erst mit dem Aufkommen eines modern-weltlichen jüdischen Nationalbewusstseins um 1900 entsteht eine ideologische Debatte, die ihre Spuren auch in der Kunst hinterlässt: Einflüsse zeigen sich in der osteuropäischen jüdischen Genremalerei, in der Ausprägung einer Ikonografie des Exils und in der Kulturpolitik des Zionismus. So werden die Konventionen der osteuropäischen jüdischen Genremalerei aufs Engste mit der zionistischen Mythologie des Exils verbunden, die das jüdische Leben in Osteuropa als Leidensgeschichte darstellt – ganz im Kontrast zu einer positiven und optimistischen Darstellung der Zukunft im eigenen Land, wo Juden selber die Felder bestellen. Beliebte Motive der jüdischen Genremalerei um 1900 sind beispielsweise Massenszenen, die das jüdische Volk während der Emigration oder auf der Flucht abbilden, alte jüdische Männer in der Rolle von Propheten, Patriarchen oder Märtyrern, Trauerszenen und Familiengruppen, hier vor allem Darstellungen von Mutter und Kind.

Am Beginn der Entwicklung dieser Diskussion um eine spezifisch „jüdische Kunst“ steht mit dem eingangs erwähnten Ephraim Moses Lilien ein Künstler des Jugendstils, der sich zwar negativ über die so genannten Ghetto-Bilder der jüdischen Genremaler äußert, selbst jedoch Bilder schafft, die jüdische Themen mit christlicher Ikonografie vereinen (Abb. 4). Die Frage, was „jüdische Kunst“ sei, wird kurz nach der Jahrhundertwende von dem Historiker Majer Balaban dahingehend beantwortet, dass hierzu jedes Objekt gehöre, das „Zeichen jüdischer Kreativität“ aufweise. Der Kunstkritiker Abram Efros hingegen verbindet die Frage mit der nationalen Zugehörigkeit, derzufolge jüdische Künstler die Kunst des Landes vertreten, in dem sie leben und schaffen. Eine solche Antwort könnte einerseits darauf verweisen, dass „jüdische Kunst“ nur in einem eigenen jüdischen Staat geschaffen werden kann – dies würde die Position der Zionisten stützen –, oder aber, dass es gar keine „jüdische Kunst“ gibt, sondern nur die national geprägte. Kurz nach 1900 also ist die Diskussion sehr offen, wobei die jüdischen Themen in der Kunst präsenter sind als zuvor.



Abb. 4: Ephraim Moses Lilien – Morris Rosenfeld. *Die Lieder des Ghetto*. Übersetzt von Berthold Feiwel. Berlin 1902

Diese Präsenz jüdischer Themen in der bildenden Kunst wird gefördert durch die beginnende wissenschaftliche Erforschung jüdischer materieller Kultur – wie zum Beispiel Ze-

remonialobjekte, Grabsteine und die Synagogenarchitektur sowie die Literatur und Musik des aschkenasischen Judentums seit dem Mittelalter. Das Interesse für Lieder, Sprichwörter und Redewendungen, mündlich überlieferte Legenden und Anekdoten sowie für die materielle Kultur wächst erst im Laufe des 19. Jahrhunderts und bleibt lange die Domäne von Privatgelehrten und Liebhabern. Die Religionszugehörigkeit, eigene Bildungssysteme und die eigene Sprache – Jiddisch – fördern die Ausprägung einer kulturellen Identität, die von der zionistischen Bewegung zu trennen ist. An dieser Entwicklung hat neben der Literatur auch die weitere wissenschaftliche Erforschung der Volkskultur zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Osteuropa einen nicht unerheblichen Anteil: Sie wird in Vereinen organisiert, da Universitäten und wissenschaftliche Akademien zu der Zeit diesen Forschungsgebieten und ihren Forschern noch keine Heimstatt bieten. Unter diesem Einfluss organisiert der russische und jiddische Autor, Publizist und revolutionäre Aktivist S. An-ski (Pseudonym von Shloyme Zanvil Rapaport, 1863–1920) eine ethnographische Expedition in dem jüdischen Ansiedlungsgebiet, die zwischen 1912 und 1914 durchgeführt wurde, um einem Verschwinden der aschkenasisch-jüdischen Volkskultur entgegenzuwirken. An dieser Expedition arbeiten unter anderem die Gesellschaft für Jüdische Volksmusik, Folkloristen, Universitätsstudierende und Künstler mit, die traditionelle Motive, Synagogenmalereien, Architekturformen, Zeremonialgeräte und Ornamentformen akribisch aufzeichnen. Die Teilnehmer an der Expedition sind begeistert von der den städtischen Intellektuellen unbekanntem Volkskultur und gleichzeitig bestürzt darüber, dass diese Kultur zum Teil schon nicht mehr greifbar ist. In Erinnerungen an seine Erfahrungen während einer späteren Expedition erzählt El Lissitzky, wie er und Issachar Ber Ryback die verkohlten, noch rauchenden Reste einer Holzsynagoge vorfanden, die kurz zuvor abgebrannt war.

Es ist unter anderem diese Expedition, die dazu führt, dass die modernen Künstler bevorzugt Motive aus der „Volkskunst“, das heißt aus der Holzsynagogenmalerei, von Textilien, Scherenschnitten und aus der Grabsteinornamentik, aufnehmen – vermittelt über die Kunstschule von Yehuda Pen in Vitebsk, an der Marc Chagall und El Lissitzky lehren (Abb. 5). In dieser Zeit erreicht auch die Druckgrafik mit der Illustration von jiddischen Kinderbüchern, Märchen, religiösen Büchern sowie jiddischer Prosa und Lyrik einen ersten Höhepunkt: Die Druckgrafik, die jiddische Sprache und Kunst verbindet, greift bestimmte ikonografische Elemente des aus der „Volkskunst“ stammenden Formenschatzes verstärkt auf, beispielsweise Vögel, Tiere, Flora und Knotenformen (Abb. 6).

Wenngleich diese Faktoren – eine zunehmende Nationalisierung, das Bewusstsein von einer eigenen Kultur, deren Elemente unter anderem Sprache, Religion, Riten und ein traditioneller Formenschatz sind – in die Kunstproduktion einfließen und wichtige Bestandteile der Kunstwerke sein können, so verhalfen sie immer noch nicht zu einer Definition dessen, was „jüdische Kunst“ ist. Im Gegenteil: Das Empfinden, dass es eine eigene „jüdische Kunst“ gebe, die qualitativ über die Rezeption von Formen, Sprache und Riten hinausgeht, wird erst um 1915/1916 zum brennenden Thema unter den Künstlern – auch wenn die hier skizzierte Entwicklung unabdingbare Voraussetzung dafür war. Das Ende des Romanow- und des Habsburg-Imperiums und die darauf folgende angestrebte Neuordnung Osteuropas nach Nationen führt dazu, dass jüdische Künstler die radikale Politik und die experimentellen Kunstpraktiken der europäischen Moderne kennenlernen. Die Künstler interessieren sich für die – und werden oft aktiv in den – modernen Bewegungen, die Konventionen wie diejenigen des Realismus und der Romantik nicht weiter verfolgen.



Abb. 5: Deckenmalerei der Holzsynagoge in Mohilev, in: Mark Wischnitzer und Rachel Wischnitzer-Bernstein (Hrsg.). *Milgroym*. Heft 3. Berlin 1923, 1



### צער-ליקיען.

1.

איך טראָג אויף מיין קארק דעם באַרג סיני פון ליבע  
און וועל איך נאר צווייפלען – באַגראַבט מיך דער באַרג.  
אין טעג און אין נעכט פון די אוימעטן טריבע  
איך טראָג אויף מיין קארק דעם באַרג סיני פון ליבע:  
און כווייס נישט פון ווייטאָק פון מינעם די סיבה.  
און שטארק איז מיין טרער – מיין בטחון איז שטארק,  
ווען כ'טראָג אויף מיין קארק דעם באַרג סיני פון ליבע!  
און וועל איך נאר צווייפלען – באַגראַבט מיך דער באַרג.

7

Abb. 6: Joseph Hecht – Illustration aus: Moyshe Broderson und Joseph Hecht. *Perl oyfn bruk*. Lodz 1920, 7 [Nachdruck Amherst 1999]

Besonders die Künstlerkolonie „La Ruche“ in Paris ist Zentrum für eine neue Generation jüdischer Künstler aus Osteuropa, die eine neue Ästhetik suchen. Die Künstler der Avantgarde, die sich für jüdische Kultur interessieren, schaffen mit ihren experimentellen Werken Alternativen zur sentimental-emotionalen Ästhetik, die auf der „Leidensgeschichte“ basiert. Sie verbinden die Volkskultur, wie sie in der neueren und neuesten Forschung sowie in zeitgenössischen Formen der traditionell-religiösen Lebensweise repräsentiert wird und die in ihren Augen ein authentisches Überbleibsel einer verschwindenden Form jüdischer Kultur ist, mit einer von den Kunstrichtungen des Expressionismus, des Kubismus und des Fauvismus geprägten Formgebung (Abb. 7). Diese Entwicklung in der jüdischen Kunst findet gleichermaßen in Kiew, Moskau, St. Petersburg, Warschau, Berlin und Paris statt.

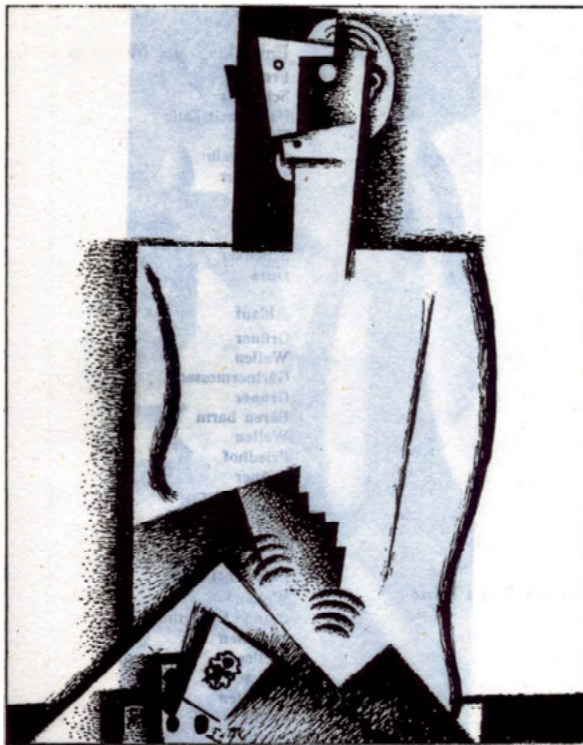
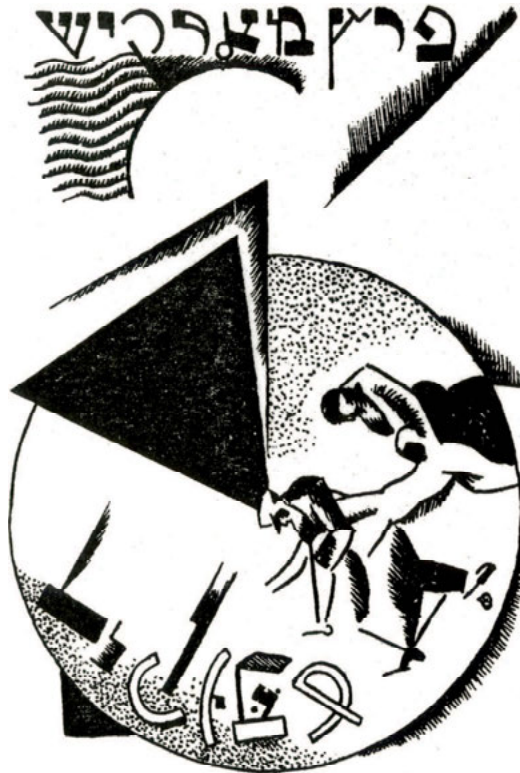


Abb. 7: Louis Marcoussis – Illustration aus: Herwarth Walden (Hrsg.). *Der Sturm*. Bd. 13. Berlin 1922 [Nachdruck Nendeln 1970–1978]

Eine solche Gefühlswelt zu objektivieren geben sich zu jener Zeit auch die Kunsthistoriker im Allgemeinen alle Mühe, denn das Thema eines „nationalen Stils“ ist in der theoretischen Diskussion insgesamt virulent. Die osteuropäischen Künstler fügen dieser Frage mit dem Zusatz „national-jüdisch“ allerdings noch eine weitere Dimension hinzu. Als Protagonisten einer „jüdischen Kunst“ werden von den Zeitgenossen Marc Chagall

und El Lissitzky angesehen, die beide bis 1919 in Vitebsk lehrten. Obgleich Chagall die Frage, ob es eine „jüdische Kunst“ gebe, nicht theoretisch reflektiert, ist er für viele mit seinen Werken in dieser Hinsicht ein Vorbild, und er selbst ermutigt seine Schüler wie beispielsweise Henryk Berlewi (Abb. 8), nach den Charakteristika einer solchen zu suchen. Gleichzeitig etabliert sich eine avantgardistische Kunstszene in Lodz und Warschau, wo Künstler wie Jankel Adler und Marek Szwarc gemeinsam mit jiddischen Autoren wie Moyshe Broderzon, Melech Ravitch und Uri Zwi Grinberg den Nukleus von Künstlergruppen bilden, die ihre Identität als jüdische Künstler mit der Gründung von „Yung yidish“ und „Khalyastre“ auch nach außen dokumentieren (Abb. 9). Bereits hier, bevor die Mitglieder dieser Künstlergruppen nach Berlin oder Paris gehen, diskutieren sie über die Frage, was „jüdische Kunst“ sei. Dass diese Frage auch in den folgenden Jahren – und insbe-



י. טשייקאווס הילע פון דער ערשטער אויסגאבע, קיעוו 1922  
עטיפה של י. צייקוב למחדורה הראשונה, קיוב 1922

Abb. 8: Henryk Berlewi – Illustration aus: Peretz Markish und Henryk Berlewi. *Di Kupe*. Warschau 1921, 1 [Nachdruck Jerusalem 1983]

## איך זינג מיין תפילה:

— גרויסער, גרויסער גאט! מיין בענקשאפט האט זיך צוגליט צו דיר, צו דיר— מיין גרויסער אויסגעלייטערטער סער אדך, גאט!

דיך הויך פיל אדך אין מיין געהיין, אין מייןע בלוטן אסעמט דיין אטעם. ס'האבן דיינע פינגער-שפיצן, צאר-טע ליליען, געגלעט די וואנדן פון מיין פאנאנדערגע-בליטער בענקשאפט. כ'האב דיין צייטערדיק זינגען דערפילט אינ'ם מאדך פון מייןע ביינער.

היל מיך איין אין דיין גענאד, און לאז מיך בלויז תפלות דיינערטוועגן זינגען פונ'ם צארסטעטען קאבאלד ביון טיפסטן אולטראמארין!

זאל מיין בענקשאפט, גרויסער, גרויסער שעפער, פאטער מינער זיך אין דיינע שטראלן פלעכטן, און לאז מיר פורפור-לידער דיר זינגען פונ'ם שטארקסטן ציגא-בער ביון טיפסטן קארמין.

ס'האט א וועהטאק זיך אין מיין הארצן געזאמלט, און ס'רייטט זיך. ס'רייכט זיך צום ליכט, צו דיר אלעס-שאפנדיג, אלעסגעבנדיג קדם'דיקע מאכט, בורא! ס'האט א וועהטאק זיך איז מיין הארצן געזאמלט, און ס'וואלט אויפשרייען וועלן! אויפשרייען אהן ווער-טער, אהן זין!

כ'ויל אויס דעם שמארץ פון מיין נשמה ציטרא-נען-געלע קרענצלעך דיר פלעכטן ביז צום טיפסטן, טונקעלסטן שמאראגד-גרין.

צו דיין חסד וויל איך מיך טוליען, און אין דיר אויפגיין, מיט דיר איינס ווערן, אין דיר שאפן, גאט!

יעקב אדלער.



Abb. 9: Jankel Adler – Illustration aus: Marek Szwarc (Hrsg.). *Yung yidish*. Heft 1 und 2. Lodz 1919

sondere in Berlin – thematisiert wird, zeigt sich unter anderem in der Mitarbeit vor allem jüdischer Künstler an den in Berlin erscheinenden Zeitschriften *Milgroyrn*, *Vec-Objet-Gegenstand* und *Albatros*, aber auch in den zahlreichen Illustrationen jiddischer Bücher, die in Berlin zu Beginn der 1920er Jahre verlegt werden.

In Berlin kulminiert die Diskussion in dem Plan, eine Ausstellung zur „jüdischen Kunst“ zu machen; dies geht aus einem Brief Jankel Adlers an den mit ihm befreundeten jüdischen Künstler Lasar Segall aus dem Jahr 1922 hervor. Auch später hält Adler an dem Gedanken fest, dass jüdische Künstler eine eigene Tradition und Gestaltungsweise haben und sich als Gruppe identifizieren lassen. Diese Briefe belegen eindrücklich, dass die Künstler eine sehr genaue Vorstellung davon haben, was – auch qualitativ hochwertige – „jüdische“ Kunst ist, und dass sich vor allem die osteuropäischen Künstler vernetzen – in Berlin und Paris. Offen bleibt, ob etwa ein bestimmter Stil mit der „jüdischen Kunst“ verbunden ist, welche Kriterien angelegt werden können, um letztlich das zu umreißen, was mit „jüdischer Kunst“ gemeint ist. Bereits wenige Werke von an dieser Bewegung beteiligten Künstlern führen jedoch schon vor Augen, dass ein spezifischer Formenschatz verarbeitet wird – und sie geben Anstoß, die Frage, was „jüdische Kunst“ ist, von Neuem zu reflektieren.

Viele der Künstler, die sich eine Zeit lang in den Berliner Künstlerkreisen bewegten, gingen beispielsweise nach Paris (oder umgekehrt). Dieses Faktum belegt, dass die Vernetzung zwischen den osteuropäischen jüdischen Künstlern sehr viel größer war, als bislang deutlich wurde. Im Laufe der Ausstellungskooperationen der vergangenen Jahre begann sich herauszukristallisieren, dass die Zusammenarbeit zwischen Literaten und bildenden Künstlern, die Verflechtung zwischen Avantgardekünstlergruppen und politischen Richtungen, der Austausch zwischen den immer wieder zitierten arrivierten Künstlern Marc Chagall und El Lissitzky und den weniger bekannten – aber zur Spitze der Avantgarde gehörenden – jüdischen Künstlern zu Beginn des 20. Jahrhunderts nicht nur in diesen Künstlerzirkeln sichtbar gemacht werden kann, sondern auch in ihrer Wirkung auf die westliche Moderne.

Diesem Themenkomplex wird eine große Ausstellung im Von-der-Heydt-Museum in Wuppertal im Herbst 2011 gewidmet sein, die in Kooperation mit dem Seminar für Kunstgeschichte und der Abteilung Jiddistik entsteht: „Der Sturm und die Anfänge des Expressionismus“. Herwarth Waldens Galerie „Der Sturm“ in Berlin war der erste Ausstellungsraum, der den Künstlern der Avantgardegruppen „Der Blaue Reiter“ und „Die Brücke“ in den Jahren 1911 und 1912 zur Verfügung stand. Diese Galerie, gegründet von Herwarth Walden und seiner Frau Else Lasker-Schüler und in ihren Anfängen wesentlich unterstützt von Oskar Kokoschka, steht mit ihrem Ausstellungsprogramm am Anfang der Verbreitung expressionistischer Bilder; durch sie wurde Marc Chagall bereits vor dem Ersten Weltkrieg in Deutschland bekannt (Abb. 10). Im „Sturm“ trafen die jüdischen Künstler auf die westliche Moderne, die Galerie wie auch die gleichnamige Zeitschrift hatten in den Jahren zwischen 1910 und 1920 großen Anteil an der Begegnung zwischen Ost und West – wie groß dieser Anteil war, sollen die begleitenden Forschungen zur Ausstellung zeigen.



# DER STURM

MONATSSCHRIFT / HERAUSGEBER: HERWARTH WALDEN  
ELFTER JAHRGANG / ERSTES HEFT



Abb. 10: Marc Chagall – Illustration aus: Herwarth Walden (Hrsg.). *Der Sturm*. Bd. 11, Heft 1. Berlin 1920, Titelblatt [Nachdruck Nendeln 1970–1978]

## Literatur

HÜLSEN-ESCH, Andrea VON und Marion APTROOT (2004). *Jüdische Illustratoren des 20. Jahrhunderts aus der Sammlung jiddischer Bücher der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf*. Düsseldorf.

HÜLSEN-ESCH, Andrea VON und Marion APTROOT (2006). *Portraits jiddischer Schriftsteller aus der Sammlung jiddischer Bücher der Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf*. Düsseldorf.

HÜLSEN-ESCH, Andrea VON und Marion APTROOT in Zusammenarbeit mit Inna GOUDZ, Kathrin BESSEN und Stephanie WINTER (2008). *Jüdische Illustratoren aus Osteuropa in Berlin und Paris*. Düsseldorf.

## Abbildungsnachweis

Abb. 1, 3, 4: von Hülsen-Esch und Aptroot (2004: Abb. 3, 23, 1)

Abb. 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10: von Hülsen-Esch und Aptroot (2008: Abb. 19, 5, 16, 23, 11, 8, 12)



# **JENS METZDORF und STEFAN ROHRBACHER**

## **„Geschichte in Gesichtern“**

### **Ein gemeinsames archivpädagogisches Projekt des Instituts für Jüdische Studien und des Stadtarchivs Neuss zu historischen Fotografien Neusser Juden aus den Jahren 1935 bis 1941**

Im Frühjahr 2005 konnte das Stadtarchiv Neuss aus einem alteingesessenen Fotoatelier eine Sammlung von mehr als 30.000 Glasplatten-Negativen mit den dazugehörigen Aufnahme- und Registerbänden in seinen Bestand übernehmen. Bereits erste, unsystematische Sichtungen ergaben die besondere historische Bedeutung dieses Bestandes. Die Glasplatten-Negative des Neusser Fotoateliers Heinrich Kleu aus der Zeit der Weimarer Republik, des Nationalsozialismus und der frühen Bundesrepublik lassen Männer, Frauen und Kinder aus unterschiedlichsten Kreisen der Bevölkerung vor unsere Augen treten, deren Erscheinungsbild, deren Statur und Physiognomie, Kleidung, Habitus und Ausdruck uns sonst unbekannt geblieben wären.<sup>1</sup> Es stellte sich heraus, dass unter den Porträts auch zahlreiche bislang unbekannte Bildnisse Neusser Juden aus der Zeit vor 1945 zu finden waren. Bald wurde daher die Absicht gefasst, diese einzigartige historische Überlieferung zunächst anhand einer Auswahl von Aufnahmen jüdischer Einwohner der Stadt vorzustellen und so zugleich erneut den Blick auf die Geschichte und das Geschick der Neusser Juden zu lenken. Als Kooperationspartner für ein solches Vorhaben bot sich das Institut für Jüdische Studien der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf an.

Das 2002 begründete Institut für Jüdische Studien gehört zu den Besonderheiten dieser Universität: Mit vier Professuren ist es eines der größten seiner Art in Deutschland.<sup>2</sup> Die Jüdischen Studien zählen zu den so genannten „kleinen Fächern“, die tatsächlich jedoch eine große Themenbreite abzudecken haben. Ihr Gegenstand ist die wissenschaftliche Beschäftigung mit dem Judentum in all seinen Erscheinungsformen, mit jüdischer Religion, Geschichte und Kultur in all ihren vielfältigen Ausprägungen von der Antike bis zur Gegenwart. Einer der Schwerpunkte in Forschung und Lehre liegt in Düsseldorf im Bereich der Geschichte der Juden in Deutschland, wobei das Augenmerk auch auf regional- und lokalhistorische Themen gerichtet wird – nicht zuletzt auch auf Aspekte jüdischer Geschichte im näheren räumlichen Umfeld Düsseldorfs. Als nachgerade „idealer“ Partner empfahl sich das Institut in diesem besonderen Fall freilich auch durch den Umstand, dass der Inhaber der Düsseldorfer Professur für Jüdische Geschichte 20 Jahre zuvor, damals selbst noch Student, sein erstes Buch just über die Geschichte der Juden in Neuss geschrieben hatte.<sup>3</sup> Umso reizvoller war nun die Möglichkeit, im Rahmen eines interdisziplinär orientierten archivpädagogischen Seminars anhand eines neuen, ganz andersartigen Quellenkomplexes diese Geschichte noch einmal zu beleuchten und die Ergebnisse in einer Ausstellung und einem Katalog zu präsentieren.

---

<sup>1</sup> Zum Fotografen Heinrich Kleu, der Geschichte des Fotoateliers, der Übernahme ins Stadtarchiv Neuss und den konservatorischen Maßnahmen zur Sicherung der Glasplatten-Negative vgl. Schaller und Janssens (2005).

<sup>2</sup> Vgl. Aptroot und Rohrbacher (2004).

<sup>3</sup> Vgl. Rohrbacher (1986).



Abb. 1: Zustand eines Teils des Fotoarchivs Kleu vor der Übernahme ins Stadtarchiv Neuss, 2005 (Stadtarchiv Neuss, E.02.01)

Im Frühjahr 2006 wurde der Kontakt zwischen dem Leiter des Stadtarchivs Neuss und dem Institut für Jüdische Studien der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf hergestellt. Beide Seiten stimmten nicht nur in der Einschätzung der Bedeutung des Fundus der 30.000 Glasplatten-Negative überein, sondern auch in der Bewertung der Notwendigkeit und der Möglichkeiten, anhand dieser Porträts einerseits den mit den Glasplatten-Negativen gehobenen Schatz einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen und andererseits unter einem neuartigen Blickwinkel – ausgehend vom Bild als historischer Quelle – wieder den Blick auf Geschichte und Schicksal der jüdischen Minderheit in einer rheinischen Stadt zu lenken.<sup>4</sup> Rasch war auch Klarheit darüber gewonnen, dass im Wintersemester 2006/2007 mit Studierenden der Düsseldorfer Universität im Rahmen eines gemeinsam veranstalteten archivpädagogischen Seminars die Ausstellung erarbeitet werden sollte, die im Stadtarchiv nach Ende des Semesters Bilder und Biografien Neusser Juden vor 1945 präsentieren würde. Die Möglichkeit, eine solche Ausstellung zugleich als Bestandteil des Veranstaltungsprogramms der „Jüdischen Kulturtag im Rheinland 2007“ zu konzipieren, war ein ebenso glücklicher Begleitumstand wie die Einrichtung von neuen Ausstellungsräumen im Stadtarchiv, die mit dieser Ausstellung Mitte März 2007 eröffnet werden konnten.

Die Kooperation des primär stadtgeschichtlich ausgerichteten Neusser Archivs mit dem Institut für Jüdische Studien entspricht ebenso der wünschenswerten Interdisziplinarität im Umgang mit bildlichen Quellen wie die Tatsache, dass schließlich unter den Seminarteil-

<sup>4</sup> Seit der ersten Grundlagenstudie zur Geschichte der Neusser Juden und einem anlässlich des Besuchs ehemaliger jüdischer Bürger publizierten kleinen Ausstellungskatalog waren seit zwanzig Jahren keine neuen Erkenntnisse zur jüdischen Geschichte in Neuss mehr veröffentlicht worden; vgl. Rohrbacher (1986) sowie Chehab und Rohrbacher (1988).



Abb. 2: Atelierraum bei „Photo-Kleu“ mit Plattenkamera, um 1930 (Privatbesitz)

nehmern Studierende verschiedener Fachrichtungen waren. Bei der Konzeption des Seminars, das die Ausstellung „Geschichte in Gesichtern“ erarbeitete, ging es wiederum auch um die – an der Universität trotz aller Praktika nicht allzu häufige – Chance, die Studierenden das wissenschaftliche „Handwerkszeug“ praktisch anwenden zu lassen. Tatsächlich bot sich für die meisten Teilnehmer – unter ihnen Studierende der Jüdischen Studien, der Geschichte, der Kommunikations- und Medienwissenschaft – hier erstmals die Möglichkeit, ein Archiv kennenzulernen, Wege der Recherche zu erproben und unmittelbar mit archivischen Quellen umzugehen. Auch die besonderen Möglichkeiten interdisziplinärer Zusammenarbeit ließen sich bei den Recherchearbeiten wie bei der Gestaltung der Ausstellung von Porträtfotografien Neusser Juden in beispielhafter Weise konkret erfahren. Methodisch galt bei der Untersuchung ein besonderes Augenmerk dem komplexen Zusammenhang von Bild und Biografie.

### **Bild und Biografie: Quellenkritische Vorüberlegungen**

Historische Ausstellungen und Publikationen leben von einer reichen Bebilderung. Wir befinden uns in einem visuellen Zeitalter, das die Sehgewohnheiten prägt. Wegen ihrer vermeintlich leicht zugänglichen Aussage und ihrer unmittelbaren Wirkung scheinen Bilder jeglicher Art nicht nur einen besonderen Reiz für die Besucher historischer Ausstellungen und deren Macher zu besitzen, sondern auch für Historiker und andere Benutzer von öffentlichen Archiven. Nicht selten vermag dabei die Ästhetik eines Bildes oder die aufs Negativ gebannte Dramatik eines historischen Augenblicks aussagekräftige – wenngleich meist weniger ansehnliche – schriftliche Archivalien und Textquellen in den Hintergrund zu drängen. Bilder entfalten ihre primär affektive Wirkung schließlich ganz unmittelbar.



Abb. 3: Paula Stein, 1937 (Stadtarchiv Neuss, E.02.02.03, Nr. 12.301)

Nicht ohne Grund wird daher bereits von jeher die „Macht der Bilder“ auch zu Propagandazwecken eingesetzt.<sup>5</sup>

In historischen Publikationen dient das Medium Bild in den meisten Fällen ausschließlich zur Illustration; gelegentlich wird seine Ausdruckskraft auch als Ergänzung und Korrektiv zu schriftlichen Quellen genutzt.<sup>6</sup> Doch zeichnen sich historische Bilder, zumal Fotografien, nicht ausschließlich durch ihre künstlerische Qualität oder ihre affektive Wirkung als „Sekundär“-Quellen aus; vielmehr müssen sie als eigenständige historische Quellen gelten, die im Idealfall auch als solche bewertet und eingesetzt werden. Dies gilt bei weitem nicht nur für fotografische Abbildungen oder Inszenierungen historischer Ereignisse. So lassen historische Porträtfotografien teilweise unmittelbare Rückschlüsse auf die Selbst- und Fremdwahrnehmung der Abgebildeten sowie auf familiäre, wirtschaftliche und gesellschaftliche Verhältnisse der Entstehungszeit zu.<sup>7</sup>

Längst haben Historiker und Archivare die besondere Qualität von Bildern als „historische Dokumente“ erkannt, die eben nicht nur Geschichte illustrieren, sondern diese auch erschließen – wenn sie Geschichte nicht sogar schreiben; in jedem Fall aber beeinflussen sie unsere Erkenntnisse.<sup>8</sup> Der in den 1990er Jahren insbesondere von den Kulturwissenschaftlern ausgerufenen *pictorial* oder auch *visual turn* hat die Geschichtswissen-

<sup>5</sup> Vgl. Burke (2003).

<sup>6</sup> Vgl. Tolkemitt und Wohlfeil (1991: 9).

<sup>7</sup> Vgl. als eindrucksvollen Einblick in die jüdische Lebenswelt in der norddeutschen Provinz zwischen Kaiserreich und Bundesrepublik: Paul und Goldberg (2002).

<sup>8</sup> Wohlfeil (1986); Talkenberger (1994).

schaft inzwischen längst erfasst.<sup>9</sup> Die kritische Auseinandersetzung mit der weitverbreiteten Vorstellung von Fotografien als wirklichkeitsnahen und authentischen Quellen sowie die Kritik an ihrer entsprechend nachlässigen Vereinnahmung verdeutlichen vor allem die Notwendigkeit der Erarbeitung und Anwendung angemessener Instrumentarien der Quellenkritik, der archivischen Bewertung und historischen Interpretation.<sup>10</sup>

Spätestens seit den 1990er Jahren haben also Bilder als Quellen „das Bewusstsein der Historiker erreicht und beginnen ihre Erkenntnisinteressen, Themen sowie Arbeits- und Präsentationsformen zu verändern“.<sup>11</sup> Auf Seiten der Archive setzte die Beschäftigung mit der fotografischen als Teil der umfassenderen audiovisuellen Überlieferung, ihrer Bewertung, Erschließung und Auswertung bereits deutlich früher ein.<sup>12</sup> Doch noch 1999 waren sich Historiker und Archivare einig, „daß historische Photoaufnahmen in Archiven, Museen und anderen Verwahrstellen vielfach noch immer nicht angemessen betreut und von der wissenschaftlichen Forschung nur unzureichend betrachtet werden“.<sup>13</sup> In einer gemeinsamen öffentlichen Entschließung richteten sie sich daher an Archivare und Benutzer und forderten unter anderem, fotografische Quellen als Kulturgut zu sichern, die Entstehungszusammenhänge historischer Aufnahmen angemessen zu dokumentieren, das Provenienzprinzip und die Regeln der Bestandserhaltung zu beachten und bei Veröffentlichungen von Fotos auf die früheste Überlieferungsform, den Fotograf und die Beschriftung zu verweisen.

Das Stadtarchiv Neuss widmete sich bereits in den 1970er und 1980er Jahren der Sicherung historischer Bildbestände. Es erfolgten Übernahmen von Fotobeständen aus öffentlicher Provenienz sowie von Sammlungen aus privater Hand, von Fotografen und Familien. Darüber hinaus unternahmen die Archivare selbst Anstrengungen zur fotografischen Dokumentation insbesondere des Stadtbildes. Das bis zum Jahr 1990 bereits auf zirka 40.000 Fotografien angewachsene Bildarchiv wurde mittels einer differenzierten Systematik geordnet und unter angemessenen konservatorischen Bedingungen verwahrt. Die von den Benutzern stark frequentierten Fotobestände wurden auch „zur Bebilderung“ für zahlreiche eigene historische Veröffentlichungen des Stadtarchivs herangezogen. Eine eigene Ausstellung oder Publikation, die Fotografien als historische Quellen in den Mittelpunkt stellte, blieb ein Desiderat. Erst mit der Übernahme des in Umfang und Qualität einzigartigen Fotoateliers Kleu und dem Projekt „Geschichte in Gesichtern“ sollte sich diese Lücke schließen.<sup>14</sup>

<sup>9</sup> Vgl. Mitchell (1997) sowie Roeck (2003). Im Jahr 2006 beschäftigte sich auch der Deutsche Historikertag in Konstanz mit dem Thema „Geschichtsbilder“.

<sup>10</sup> Eine breite Öffentlichkeit wurde mit der Problematik des Umgangs mit historischen Fotografien konfrontiert, als die viel diskutierte Ausstellung über die Verbrechen der Wehrmacht des Hamburger Instituts für Sozialgeschichte 1999 zurückgezogen und 2001 in Berlin wieder eröffnet wurde, nachdem die Prüfung durch eine unabhängige Historikerkommission ungeachtet der kritisierten Mängel den Aussagen der Ausstellung weitgehende Korrektheit attestierte; vgl. Hamburger Institut für Sozialforschung (2004).

<sup>11</sup> Paul (2006: 8).

<sup>12</sup> Vgl. Kahlenberg (1975); Klemig und Petersen (1984).

<sup>13</sup> Vgl. den Bericht zu der vom Hamburger Institut für Sozialforschung in Zusammenarbeit mit dem Bundesarchiv veranstalteten Arbeitskonferenz „Das Photo als historische Quelle“ und die gemeinsame Entschließung: Buchmann (1999: 326).

<sup>14</sup> Eine vollständige Dokumentation der Ausstellung mit den eindrucksvollen Porträtaufnahmen und weiteren Quellen sowie ergänzenden Aufsätzen erschien nach Abschluss des Projekts: Metzdorf (2008).



Abb. 4: Das archivpädagogische Seminar bei der Arbeit im Stadtarchiv Neuss, November 2006  
(Foto: Annekatriin Schaller)

## Recherche und Präsentation:

### Vom archivpädagogischen Seminar zur Ausstellungseröffnung

Nach wenigen vorbereitenden Sitzungen in der Universität trafen die Teilnehmer des Projektseminars regelmäßig in den Räumen des Stadtarchivs Neuss zusammen. Auf eine Einführung in die Aufgaben, die Arbeit und die Bestände des Stadtarchivs Neuss sowie in die Grundlagen der Recherche und der Arbeit mit archivischen Quellen folgte eine Einführung in die Geschichte der Juden in Neuss.

Die Geschichte der Juden in Neuss ist nicht „bedeutend“ in dem Sinne, dass die Neusser jüdische Gemeinde etwa zahlenmäßig stark gewesen wäre (sie zählte um 1890 etwa 300 Mitglieder und ging danach bereits deutlich zurück), dass aus ihrer Mitte bemerkenswerte Persönlichkeiten hervorgegangen wären oder dass sich aus ihrer Vergangenheit von außerordentlichen Geschehnissen berichten ließe. Die Synagogengemeinde Neuss war vielmehr recht unauffällig; doch mit ihrem unspektakulären Profil steht sie beispielhaft für das rheinische und das deutsche Judentum. So sollte auch die von den Glasplatten-Negativen ausgehende Annäherung an die Lebensumstände und die Schicksale einzelner Menschen aus dieser kleinen Gemeinschaft die Studierenden in exemplarischer Weise – und zugleich in der denkbar größten Anschaulichkeit und Konkretheit – mit der Lebenswelt der deutschen Juden vertraut machen und an die Geschichte ihrer Verfolgung heranführen. Im Zusammenhang mit dem Ausstellungsprojekt wurde somit auch die Geschichte der Juden in Neuss und insbesondere die Geschichte ihrer Verfolgung im Dritten Reich erneut erforscht; eine bündige Darstellung fand Eingang in den Katalog zur Ausstellung.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Vgl. Rohrbacher (2008).



Nach der historischen Einführung wurden die Studierenden mit der Fotografie als historischer Quelle und dem Sammlungsbestand des Fotoateliers Kleu im Besonderen vertraut gemacht sowie an Quellen zur Prosopografie herangeführt, die im Stadtarchiv für die Recherche herangezogen werden konnten. Für die behandelte Epoche kamen hier vor allem die Einwohnermeldekartei, speziell die seit circa 1935 gesondert geführte „Judenkartei“,<sup>16</sup> die zeitgenössischen Adressbücher für die Stadt Neuss,<sup>17</sup> die Bau- beziehungsweise Häuserakten<sup>18</sup> und nicht zuletzt die Akten des städtischen Amtes für Wiedergutmachung<sup>19</sup> in Frage. Außerdem enthält auch der Bestand des städtischen Bildarchivs<sup>20</sup> eine Sammlung von Bilddokumenten jüdischen Lebens in Neuss.

Viel Zeit musste sodann auf die systematische Durchsicht der erhaltenen Aufnahme- und Registerbücher des Fotoateliers Kleu verwendet werden, um Einträge zu Aufnahmen von jüdischen Kunden des Fotografen zu ermitteln. In jedem einzelnen Fall musste eine Verifizierung der Identität durch Abgleich mit Einwohnermeldekartei, Adressbüchern und anderen Hilfsmitteln erfolgen. Diese Arbeit erforderte nicht nur Ausdauer, sondern auch erhebliche paläografische und detektivische Fertigkeiten. Nicht alle Zweifelsfälle konnten geklärt werden.

Anhand der ermittelten Glasplatten-Negative war es dann möglich, eine Grobkonzeption der Ausstellung zu erarbeiten. Hier mussten nun grundsätzliche Überlegungen und Ansprüche mit den Möglichkeiten des zur Verfügung stehenden Materials, der Ausstellungsräume und der technischen und finanziellen Mittel in Einklang gebracht werden. Es wurde entschieden, acht Großporträts in den Mittelpunkt zu stellen und mit Kurzbiografien und ergänzenden Materialien zu umgeben, während weitere Bilder, in einem anderen Raum, lediglich mit der Angabe der Namen und des Aufnahmedatums versehen werden sollten. Ziel der Ausstellung sollte nicht eine ikonografische Analyse der Bilder oder eine wesensmäßige Erfassung bestimmter Bildtypen sein. Vielmehr sollte – im Sinne der „historischen Bildforschung“ – das Augenmerk unter anderem darauf gerichtet werden, in

<sup>16</sup> Stadtarchiv Neuss, B.02.04.302 (Ordnungsamt). Die Einwohnermeldekartei wurde seit den 1860er Jahren bei der Stadtverwaltung geführt. Die einzelnen Karten enthalten zahlreiche Angaben zur Person, wie Namen, Vornamen, Geburtstag und -ort, Konfession, Beruf, Datum des Umzugs nach Neuss, Adresse, Name der Ehefrau, Umzüge, Abmeldung, Todesdatum. Für die Neusser Juden finden sich außerdem Vermerke über die Emigration („nach Süd-Amerika ausgewandert“), Deportation („nach Litzmannstadt evakuiert“) und das ungeklärte Schicksal im nationalsozialistischen Vernichtungssystem („am ... für tot erklärt“).

<sup>17</sup> Stadtarchiv Neuss, Bibliothek. Die Adressbücher sind jeweils in mehrere Teile gegliedert; recherchierbar sind die Neusser Einwohner alphabetisch, nach ihren Wohnorten, folgend den Straßen und Hausnummern sowie nach Berufen.

<sup>18</sup> Stadtarchiv Neuss, B.02.04.601 (Amt für Bauberatung und Bauordnung). In Häuserakten finden sich nicht nur Bau- und Umbauanträge jüdischer Bürger, sondern auch Hinweise auf Geschäftseröffnungen oder -schließungen und den Übergang jüdischen Eigentums in „arischen“ Besitz. An Grundrissen von Wohnungen und Häusern lassen sich Schlussfolgerungen auf die sozialen Verhältnisse und die Wohnsituation ziehen.

<sup>19</sup> Stadtarchiv Neuss, B.02.04.511 (Amt für Wiedergutmachung). Die Akten enthalten die Anträge der „Geschädigten“ beziehungsweise der verwandten Hinterbliebenen der nationalsozialistischen Verbrechen, teilweise mit detaillierten Begründungen und Lebensläufen und den gerichtlichen Entscheidungen über eine finanzielle „Entschädigung“. In einigen Fällen werden Einzelheiten der Verfolgung, wie der Übergriffe in der Pogromnacht des Jahres 1938, durch Zeugenaussagen unterstützt. Auch die Wege in die Emigration und der Verbleib der Überlebenden des Holocaust nach 1945 lassen sich über die „Wiedergutmachungsakten“ ermitteln.

<sup>20</sup> Stadtarchiv Neuss, E.02.01.01 (Bildarchiv/Archivische Sammlungen/Positive).



Abb. 5: Auszug aus dem Adressbuch für die Stadt Neuss 1927 mit Auflistung der Viehhandlungen, darunter sechs Firmen von jüdischen Familien (Stadtarchiv Neuss, Bibliothek)

Neuß

Zür Name *Nussbaum Benno*

Vornamen *Benno*

Stand oder Gewerbe *Einzelh.*

Ge- (Datum *18.11.1880*) Ort *Helldorf*

urts- (Kreis *höchlich, Kreis Rheinl.*) Religion *Sachsen*

ledig, verh., verg., gesch., Staatsangehörigkeit *ledig, deutsch, Preuss.*

1. Ehefrau *Lidoni Oppenheimer*

geb. *1.1.183* zu *Helldorf* Kreis *Wuppertal*

2. Ehefrau \_\_\_\_\_

geb. \_\_\_\_\_ zu \_\_\_\_\_ Kreis \_\_\_\_\_

Datum	Wohnung	Bei wem?	Legitim. durch
<i>24.03.</i>	<i>Büttgenstr. 18</i>	<i>Prin</i>	
	<i>o. Blücherstr.</i>		
<i>26.08.</i>	<i>Wohn. m. Lirnie Oppenheimer</i>		
	<i>am Schleichborn</i>		
<i>28.08.</i>	<i>Griseinstr. 62</i>		
<i>29.12.</i>	<i>Schleichb.</i>		
<i>29.13.</i>	<i>Miechwaldstr. 57</i>		
<i>11.12.38</i>	<i>Mundwollstr. 15</i>		
<i>1/2.41</i>	<i>n. Riga evakuiert</i>		
<i>23.10.57</i>	<i>Städt. u. rechtskr. Beschl. d. Landgerichts</i>		
	<i>Stief für tot erklärt 5 U 15-17/49</i>		
	<i>Freitag 31.12.1948 24 Uhr.</i>		

Abb. 6: Einwohnermeldekarte von Kantor Benno Nussbaum (geboren 1880) mit seinen Neusser Wohnorten. Die letzten Einträge vermerken die Deportation („nach Riga evakuiert“) und die gerichtliche Todeserklärung aus dem Jahr 1957. (Stadtarchiv Neuss, B.02.04.302)



Abb. 7: Das Bekleidungsgeschäft von Julius Markan (1872–1943) an der Neusser Oberstraße, o. D. (Stadtarchiv Neuss, E.02.01)



welchem Kontext die Bilder entstanden, das heißt auf die „historischen Bedingtheiten und Bedeutungen der Bilder“<sup>21</sup>.

So wurde der Besucher der Ausstellung zunächst im Eingangsbereich mit der Geschichte des Fotoateliers Kleu und der Sicherung seiner Bestände im Stadtarchiv Neuss bekannt gemacht und mit einem knappen Abriss an die Geschichte der jüdischen Gemeinde herangeführt. Der Hauptraum der Ausstellung präsentierte Geschichten zu den acht ausgewählten Aufnahmen. Dafür wurden die ursprünglich für Pass- oder Familienbilder im Postkartenformat angefertigten Glasplatten-Negative im Format 60 mal 80 Zentimeter auf Barytpapier ausbelichtet. Das Format der in der Ausstellung gezeigten Abzüge entsprach also nicht dem ursprünglichen Verwendungszweck und der vom Fotografen intendierten Größe der Positive.



Abb. 11: Blick in die Ausstellung im Stadtarchiv Neuss, April 2007 (Foto: Bernd Rossmüller)

<sup>21</sup> Jäger (2000: 11 f.). Vgl. auch Büttner (2008).

Das Foto sollte bei der Ausstellung wie beim später erarbeiteten Katalog im Mittelpunkt stehen. Der jeweils zum Foto gehörende Haupttext, der allein – gedruckt auf eine Stofffahne – neben dem Großabzug hing, suchte inhaltlich einen Bezug zur Situation der Porträtierten zum Zeitpunkt der Aufnahme; dieser Text erzählte jeweils in knapper und eindringlicher Form den hervorgehobenen Aspekt der Geschichte der im Bild festgehaltenen Menschen (siehe Seiten 844 bis 847). Weitere Informationen, Lebensdaten und Einzelheiten zu den Lebenswegen konnten von den Ausstellungsbesuchern auf Klapptafeln nachgelesen werden, die auf einem Sockel vor dem Porträt bereitstanden – ohne mit einer Fülle von zusätzlichen Bildern, archivischen Quellen und Texten den Eindruck des Großporträts und des Haupttextes zu stören. Diese Informationstafeln hatten einen dreigliedrigen Aufbau; wer über die Lebensdaten hinausgehende Informationen suchte, konnte sie unschwer auf der dritten Klapptafel finden. Auch diese Gliederung des mit den Klapptafeln verbundenen Informationsangebots wurde später im Katalog nachvollzogen.

Die großformatigen Abzüge der Glasplatten-Negative in der Ausstellung zeigten – wie die Reproduktionen im Katalog – das Bild als historische Quelle in seiner archivisch überlieferten Gestalt: keinen bearbeiteten Ausschnitt, sondern die vollständige Aufnahme – auch die eingetretenen Schäden am Original, wie zum Beispiel Glasbruch, Wasserschäden oder die Spuren unerwünschter chemischer Reaktionen. Zu sehen ist auch die jeweilige Verzeichnisnummer, die zum Schutz der Gelatineschicht auf die nicht beschichtete Rückseite der Glasplatte gesetzt wurde und somit jeweils in Spiegelschrift erscheint. Eher an der Glasplatte als am Abzug sind die Spuren der teilweise künstlerisch ausgeführten Retuschearbeiten des Fotografen erkennbar.<sup>22</sup>

Häufig sehen wir einen Sockel mit Decke, auf den sich die Porträtierten stützen; auf diese Weise sollten sie während des Fotografiervorgangs eine geeignete Haltung einnehmen. Im Porträtabzug, den Kleu daraus anfertigte, war er nicht zu sehen. Auch ein durch hellen Hintergrund hervorgehobener Kopfbereich weist darauf hin, dass für Pass- und Postkartenbilder Abzüge nur von einem entsprechenden Bildausschnitt hergestellt werden sollten – und die zunehmende Zahl solcher Bilder, die in den Jahren nach 1933 von jüdischen Kunden anzufertigen waren, verweist uns auf die immer verzweifelter werdenden, nur zu oft vergeblich bleibenden Bemühungen um die Emigration.

Die Ausstellung präsentierte zu drei der Großporträts in Vitrinen auch Quellen im Original; mittels der zusätzlichen Archivalien konnten einzelne Aspekte der jeweiligen Geschichte vertieft werden. Besonders bewegend war der – kurz vor Abschluss der Arbeiten – gemachte Fund von Dokumenten, die Aufschluss über die letzten Jahre der nach Amsterdam emigrierten Neusser Familie Josephs gaben. Eine von Gustav Josephs an seinen Bruder und seine Schwägerin gerichtete Postkarte erwies sich zugleich als Schlüssel für die Zuordnung und Interpretation von zahllosen Fotos, Filmstreifen, Briefen, Postkarten und anderen Dokumenten aus der Zeit der nationalsozialistischen Verfolgung, mit denen sie im Jahr 2000 in einem Nachlass in London entdeckt worden war.<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Nicht am Abzug erkennbar, an der Glasplatte aber auffällig sind etwa die umfangreichen Retuschearbeiten, die der Fotograf an dem anrührenden Bild der Schwestern Lore und Milli Stein im Gesichtsbereich durchführte, um Sommersprossen zu verdecken. Die spontane Äußerung eines Besuchers der Ausstellung, der sich an das kupferrote Haar der beiden Mädchen erinnerte, bestätigte den Eingriff und ergänzte das – vom Foto durchaus abweichende – tatsächliche Erscheinungsbild der Schwestern.

<sup>23</sup> Die Internetpublikation der Dokumente durch die Jewish Genealogical Society of Great Britain erfolgte in

Von der Konzeption über die Recherche bis hin zur eigentlichen Präsentation waren die Studierenden in nahezu alle Erarbeitungsschritte einbezogen. Die Hauptaufgabe der studentischen Arbeitsgruppe bestand in der eingehenden Recherche zu den acht ausgewählten Porträts, ihrer genauen zeitlichen Einordnung und der Beleuchtung des biografischen Kontextes. Zu den weiteren Arbeitsschritten zählten die Erarbeitung der Ausstellungstexte, die Gestaltung der Ausstellung, des Plakates und der Einladung und schließlich die Vorbereitung der Eröffnungsveranstaltung. Jeder dieser Schritte stellte die Gruppe vor jeweils andere Herausforderungen. Das arbeitsteilige Vorgehen erlaubte es den Studierenden, ihre jeweiligen fachlichen Hintergründe, Perspektiven und Fertigkeiten einzubringen und ließ sie so die besonderen Möglichkeiten einer interdisziplinären Zusammenarbeit intensiv erfahren.



Abb. 12: Das von einer Studentin gestaltete Plakat zur Ausstellung (Entwurf: Lisa Meffert)

der Hoffnung, durch Besucher der Internetseiten Anhaltspunkte für eine nähere Zuordnung der Dokumente zu erhalten; vgl. Jewish Genealogical Society of Great Britain (2008).

## Gesichter und Geschichten: Leitmotive und Plausibilitäten

Es war ein leitendes Anliegen der Ausstellung, sowohl durch die Auswahl der acht Großporträts und des auf dem Fahnentext zusammengefassten „Leitmotivs“ der Biografie als auch durch die Auswahl der ergänzenden Informationen unter möglichst vielen Gesichtspunkten exemplarische Bildnisse und Geschichten zu präsentieren. Zugleich galt es, deutlich zu machen, dass jede Auswahl subjektiven Kriterien folgt und letztlich arbiträr ist. Die gewählten Fotos stehen beispielhaft sowohl für die Kunst des Fotografen als auch für unterschiedliche fotografische Genres, nicht zuletzt aber für das Leben von Neusser Juden im Nationalsozialismus. In diesem Zusammenhang war zu beachten, dass die Wahl eines Bildes das Verständnis des begleitenden Textes beeinflusst, wie auch die Formulierung des begleitenden Textes den Blick auf das Bild lenkt und färbt – ein Problem, das sich besonders deutlich in den (wenigen) Fällen stellte, in denen dieselbe Person mehrfach, in unterschiedlichem Habitus, abgelichtet wurde, also eine Entscheidung zugunsten eines bestimmten Bildes getroffen werden musste.

Die Porträtierten wurden allerdings nicht nur abgelichtet: Sie ließen sich ablichten. Die gezeigten Bilder sind keine „Schnappschüsse“, entstanden nicht aus der Laune eines Moments heraus, in ungezwungener Umgebung. Es handelt sich um stets sorgsam komponierte, zweckvoll arrangierte Bildnisse, im technisch und künstlerisch simpelsten Fall zum Gebrauch in amtlichen Dokumenten wie dem Reisepass, oft aber als anspruchsvolle Einzel- oder Gruppenporträts. Bei der Entstehung solcher, nur bedingt privaten Porträts griff nicht nur der Künstler gestaltend ein. Selbst beim Sonderfall des Kinderbildnisses handelt es sich durchweg um Zeugnisse der bewussten Selbstrepräsentation. Es wäre irrig, anzunehmen, dass die Porträtierten uns hier schlicht und unmittelbar „aus dem Leben heraus“ ansehen. Andererseits ist die angestrebte Selbstrepräsentation in ihrer jeweiligen Färbung mit dem geführten Leben eng verbunden. Deutlich wird dies etwa bei den Töchtern des Geschäftsführers des Kaufhauses Gebr. Alsberg, deren Darstellung auf dem Bild – gekleidet in feinsten Stoffen – dem Anspruch der Firma als „führendes Haus der Mode“ entspricht.

Zweifellos entspricht es auch seinem Situationsverständnis, wenn der Kaufmann Max Hirsch aus Frimmersdorf 1921 im Atelier des Neusser Fotografen den Hut auf dem Kopf behält. Dies ist wohl kaum Ausdruck eines besonderen, jüdischen Traditionalismus und auch kein Anzeichen ländlicher Herkunft, sondern ein Habitus, wie er damals auch einem städtischen Kunden „wohl zu Gesicht gestanden“ hätte. So fand sich unter den Porträts Neusser Juden aus den Jahren 1935 bis 1941 kein ähnliches Bild, aber 1915 hatte sich der Fotograf Heinrich Kleu selbst in seinem Atelier auf solche Weise ablichten lassen. Die ikonografische Analyse macht deutlich, dass die Porträts der Neusser Juden keine besonderen Merkmale tragen. Sie sind in gleicher Weise Abbilder einer städtischen Bürgerlichkeit wie jene der Neusser Nichtjuden; sie sagen so lange nichts anderes aus und sind so lange nicht anders zu betrachten als jene, wie den porträtierten jüdischen Bürgern die Teilhabe an dieser Bürgerlichkeit zugestanden bleibt.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Horst Bredekamp hat zurecht darauf hingewiesen, dass Bilder Geschichte nicht nur passivisch widerspiegeln, sondern als Bildakte selbst auch Einstellungen, Mentalitäten und Geschichtsbilder – häufig verzerrte – generieren; vgl. Bredekamp (2004: 1, 29 f.).



Abb. 13: Max Hirsch aus Frimmersdorf, 1921 (Stadtarchiv Neuss, E.02.02.03, Nr. 380)

Es erscheint naheliegend, die einzelnen Bildnisse als „sprechende“ Dokumente vor dem Hintergrund der allgemeinen Kenntnis jüdischen Schicksals zu sehen und in ihnen die Spuren der Zeitläufe zu erkennen.<sup>25</sup> Doch wäre es kurzschlüssig, den Titel der Ausstellung und des Katalogs, „Geschichte in Gesichtern“, in diesem Sinne als simple Gebrauchsanleitung zu lesen: Die Schwestern Rosenberg aus Grimlinghausen traten 1936 in schlichter, dunkler Kleidung vor den Fotografen. Der Betrachter mag in diesen Bildern den Ausdruck eines einfachen, bescheidenen Lebens sehen wollen, vielleicht sogar den Ausdruck des Bemühens, in einer feindselig gewordenen Umwelt unauffällig zu bleiben, keinen Anstoß zu erregen. Allerdings sind von den Schwestern weitere Bilder des Fotoateliers Kleu aus dem Jahr 1938 erhalten, die eine solche Sicht nicht bestätigen: Sie zeigen nun beide Frauen in „besserer“ Garderobe, beide mit angelegtem Schmuck. Durch die veränderten Zeitumstände, die in das Leben der jüdischen Familien mehr und mehr eingriffen, ist die so deutlich verschiedene Aussage der Bilder von 1936 und 1938 kaum zu erklären. Wenn wir jedoch wissen, dass Anfang 1936 die Mutter der Geschwister Rosenberg verstarb, erscheinen die Aufnahmen von 1936 und 1938 in ihrer Verschiedenheit in ganz anderer Plausibilität.

Die möglichst enge Zuordnung der Bilder zu biografischen Situationen und Stationen führt in aller Regel zu solchen Plausibilitäten, nicht zu eindeutigen Lesarten. Die Eintragungen in den Aufnahme- und Registerbüchern des Fotografen und ergänzende archivarische Quellen ermöglichen allerdings in vielen Fällen eine taggenaue Einordnung. Diese erlaubt wiederum einen plausiblen Einsatz des Bildes als historische Quelle, wodurch dem Betrachter eine mögliche Lesart der ihm in den Bildern begegnenden Gesichter nahegelegt wird. So ergaben die archivischen Recherchen, dass das Doppelporträt der Eheleute Müller

<sup>25</sup> Vgl. die Kritik an dem bis in die 1990er Jahre in der Geschichtswissenschaft verbreiteten, verkürzten Bild-Begriff, der dieses „oft ausschließlich in widerspiegelungstheoretischer Manier als passiven Spiegel der Zeitläufe“ betrachtete, bei Knauer (1991) sowie Paul (2006: 18).





Abb. 14: Die Schwestern Rosenberg, 1936 (Stadtarchiv Neuss, E.02.02.03, Nr. 11.228 und 11.229)



Abb. 15: Die Schwestern Rosenberg, 1938 (Stadtarchiv Neuss, E.02.02.03, Nr. 14.526 und 14.527)

Ende 1941 entstand, als das Ehepaar, dessen Kinder bereits geflüchtet waren, bereits zwei Jahre in einem so genannten Judenhaus untergebracht war, und dass sie ein Jahr später einen weiteren Abzug dieser Aufnahme beim Fotoatelier bestellten, als ihre Deportation nach Theresienstadt zusammen mit den im letzten Judenhaus der Stadt verbliebenen älteren Menschen unmittelbar bevorstand. Ein Abzug mit dem Kleuschen Datumsstempel vom 22. Juli 1942 gelangte tatsächlich an die emigrierten Kindern.

Die Konzeption der Ausstellung suchte dem Charakter der Porträts als Zeugnisse der Kunst des Fotografen wie als Dokumente der Selbstdarstellung und zugleich den Schwierigkeiten ihrer unmittelbaren Deutung als historische Quellen dadurch Rechnung zu tragen, dass sie zwar einen möglichst präzisen zeitlichen Bezug zur Biografie der Porträtierten vornahm, eine direkte ikonografisch-interpretatorische Indienstnahme aber möglichst vermied.<sup>26</sup> So wurden Wechselbezüge zwischen Bild und Text nicht forciert; durch Gestaltung und Raumaufteilung wurde den Porträts nach Möglichkeit eigene Geltung verschafft, während andererseits die begleitenden Materialien nicht unmittelbar auf das Großporträt angewiesen waren.

Die für die Ausstellung ausgewählten Fotos – und die mit ihnen zu verbindenden Geschichten – sollten beispielhaft sein, beispielhaft freilich auch im Hinblick auf Lebenssituationen und Schicksalswege. In ihrer Gesamtheit und ihrer Abfolge sollten Bilder und Biografien sich zu einem möglichst facettenreichen und insgesamt charakteristischen Bild jüdischen Lebens in der Stadt, seiner Vertreibung und Vernichtung fügen. So wird etwa die Zerstörung der Familien und die Vereinsamung derer, die durch die Auswanderung von ihren Nächsten getrennt worden waren, durch das Schicksal des Kaufmanns Julius Markan beleuchtet, der zum Zeitpunkt der Entstehung seines als Passbild in Auftrag gegebenen Porträts als Einziger seiner Familie in Neuss zurückgeblieben war und sich nun um die Emigration bemühte. Die Trennung der Lebenswege von Familienmitgliedern, denen sehr unterschiedliche Schicksale beschieden waren, bevor sie einander nach dem Krieg im Exil wiederfanden, lässt sich anhand des Doppelbildes der Brüder Paul und Alfred Cohnen beschreiben. Während dem jüngeren Bruder 1940 die Auswanderung in die Dominikanische Republik gelungen war, durchlebte der ältere zusammen mit seiner Frau Ghetto und Konzentrationslager, bevor auch sie sich nach der Befreiung in Sosua niederließen. Familie Josephs gehörte zu den Vielen, die in den Niederlanden Zuflucht gesucht hatten, nur um dort nach dem deutschen Einmarsch alsbald erneut in die Gewalt der Verfolger zu fallen und schließlich in den Tod deportiert zu werden. Von einer gemeinsam „geglückten“ Emigration scheint dagegen das Bild der Familie Levy zu erzählen – und in diesem Fall mag das Gruppenbild tatsächlich für eine solche Lesart unmittelbar in Anspruch genommen werden, entstand es doch in den Tagen zwischen der Rückkehr von Sally Levy von einer vorbereitenden Auslandsreise und der Auswanderung der Familie. Wie zweifelhaft doch auch das vermeintliche Glück der Emigration war, wird freilich durch weitere Quellen und durch spätere Aussagen des auf dem Bild strahlenden Sohnes veranschaulicht.

Die weiteren, in der Ausstellung im Format 50 mal 70 Zentimeter gezeigten Porträts waren lediglich mit Namen und Aufnahmedatum versehen; sie wurden unter dem Vorzeichen und im Bewusstsein der insgesamt arbiträren Auswahl präsentiert. So hätte das

<sup>26</sup> Vgl. in diesem Zusammenhang auch Burke (2003: 211), der betont, dass „Bilder weder eine Widerspiegelung gesellschaftlicher Realität sind noch ein Zeichensystem ohne Bezug zur gesellschaftlichen Realität, sondern dass sie eine Vielfalt von Positionen zwischen diesen Extremen besetzen.“



Abb. 16: Junge Frau, 1937 (Stadtarchiv Neuss, E.02.02.03, Nr. 13.353)

Schicksal jener, die mit der Emigration in eines der Nachbarländer nur scheinbare Sicherheit gefunden hatten, beispielhaft auch am Geschick der Eheleute Rudolf und Clara Hoffmann erzählt werden können: Der wohlhabende Kaufmann, dessen Familie einst eine der führenden Neusser Ölmühlen besessen hatte, war 1936 mit seiner Frau nach Belgien ausgewandert, hatte sich zeitweise auch in London aufgehalten, war gegen Kriegsende jedoch mit seiner Frau aus Belgien nach Auschwitz deportiert worden. Wie Sally Levy, der seine Familie nach Argentinien bringen konnte, ist es auch dem Futtermittelhändler Alfred Plaat 1937 gelungen, mit Frau und Sohn in ein sicheres Zufluchtsland zu emigrieren. Gezeigt wurde auch – ohne Namensnennung – das Bild einer jungen Frau, die als „Mischling ersten Grades“, als „Halbjüdin“, von der Verfolgung bedroht war, zumal sie zunächst in den Mitgliederlisten der Synagogengemeinde geführt wurde. Das Bild der Carola Meyer, die 1936 offenbar als Sekretärin beim Kaufmann Adolf Cohen am Büchel arbeitete, stand stellvertretend für jene, deren Identität nicht zweifelsfrei geklärt und deren Schicksal nicht ermittelt werden konnte. Gezeigt wurden schließlich auch drei Passbilder der Familie Paul. Auch sie sind im Fotoatelier Kleu entstanden, wie entsprechende Einträge im Register- und Aufnahmebuch zeigen. Die Glasplatten haben sich allerdings nicht erhalten. Die gezeigten Abzüge wurden vielmehr 1938 bei der Emigration mitgenommen und annähernd 50 Jahre später, als man sich in Neuss um die Sammlung von Materialien zur Dokumentation jüdischen Lebens in der Stadt bemühte, aus den USA nach Deutschland geschickt.

Nachfolgend sollen einige Beispiele aus der Ausstellung gezeigt werden, an denen Auswahl, Textgestaltung und der Versuch, Porträt und Geschichte in Beziehung miteinander zu setzen, deutlicher werden mag. Die großformatigen Porträts mit dem jeweils dazugehörigen, auf wesentliche Aspekte der Biografie reduzierten Text bestimmten den Charakter der Ausstellung. Die zusätzlich bereitgestellten Informationen und Quellen traten dem gegenüber in den Hintergrund.



**Julius Markan, 1935**

Julius Markan

geboren am 6. Dezember 1872 in Wattenscheid  
ermordet am 21. Januar 1943 in Auschwitz

1935 wohnhaft in Neuss, Oberstraße 112

Julius Markan führte ein bekanntes Neusser Herrenkonfektionsgeschäft. Seit 1910 wohnten er, seine Frau Johanna und ihre Kinder zusammen mit der Familie seines Schwagers Josef Platz in dessen Haus an der Oberstraße 112. Johanna Markan und zwei der Kinder starben früh. 1933 wanderte dann Sohn Fritz nach Palästina aus, ebenso dessen gleichaltriger Vetter Walter Platz. Nachdem zwei Jahre später auch Josef und Käthe Platz die Flucht nach Palästina gelang, blieb Julius Markan 1935 allein zurück. Nach der Pogromnacht 1938 floh der Witwer im Alter von 66 Jahren zunächst nach Belgien. Ende 1942 wurde er in Amsterdam verhaftet und im Januar 1943 nach Auschwitz deportiert.



**Lore und Milli Stein, 1935**

Lore Stein

geboren am 31. Mai 1922 in Düsseldorf  
umgekommen in Lodz

Milli Stein

geboren am 8. Februar 1927 in Düsseldorf  
umgekommen in Lodz

1935 wohnhaft in Neuss, Büttger Straße 18

Lore und Milli Stein wuchsen in einer alteingesessenen und verzweigten Neusser Familie auf. Ihr Heim in der Büttger Straße 18 war zugleich das Geschäftshaus der traditionsreichen Pferdehandlung „Aron Stein“, die ihr Vater gemeinsam mit dem Onkel betrieb. Das Haus war reich ausgestattet, verfügte über elegant eingerichtete Wohn-, Speise-, Salon- und Musikzimmer. In den Ställen standen zahlreiche Pferde, Rind- und Kleinvieh, in der Garage Automobile und Wagen aller Art. Seit November 1938 musste die Familie ihr Zuhause mit anderen jüdischen Familien teilen, die in dieses „Judenhaus“ eingewiesen wurden. Alle Mitglieder der Familie Stein wurden im Oktober 1941 nach Lodz deportiert.



**Ilse, Lotte und Ruth Josephs, 1936**

Lotte Josephs

geboren am 11. September 1917 in Neuss  
ermordet am 30. September 1942 in Auschwitz

Ilse Josephs

geboren am 11. Juni 1919 in Neuss  
ermordet am 30. September 1942 in Auschwitz

Ruth Josephs

geboren am 29. Juni 1921 in Neuss  
ermordet am 17. September 1942 in Auschwitz

1936 wohnhaft in Neuss, Lörickstraße 6

1936 setzte der Fotograf die Schwestern Ilse, Lotte und Ruth Josephs in feiner Kleidung in Szene. Sie waren die Töchter von Gustav Josephs, Geschäftsführer des führenden Modehauses am Platze. In der Nacht des 9. November 1938 wurde das Wohnhaus der Familie Josephs in der Lörickstraße verwüstet und das zerschlagene Mobiliar auf die Straße geworfen. Ilse, Lotte und Ruth wurden mit ihrer Mutter, nur mit Nachthemden bekleidet, durch die Straßen gehetzt, der Vater durch den Stadtgarten gejagt und schließlich in „Schutzhaft“ genommen. Nach seiner Rückkehr aus dem Konzentrationslager Dachau suchte die Familie Zuflucht in Amsterdam. Ihre Pläne zur Auswanderung nach Übersee sollten sich jedoch zerschlagen.



**Lore, Sally, Martha und Manfred Levy, 1937**

Sally Levy

geboren am 10. April 1893 in Gymnich  
gestorben am 25. Februar 1952 in Buenos Aires (Argentinien)

Martha Levy

geboren am 8. Dezember 1899 in Grothe  
gestorben am 26. Juli 1971 in Buenos Aires (Argentinien)

Lore Levy

geboren am 31. Januar 1922 in Osnabrück  
gestorben am 9. August 2002 in Buenos Aires (Argentinien)

Manfred Levy

geboren am 27. Juli 1923 in Osnabrück

1937 wohnhaft in Neuss, Büchel 48

Als sich Familie Levy Anfang 1937 bei Kleu fotografieren ließ, stand bereits fest, dass sie ihr Geschäft „Hosenkönig“ am Büchel aufgeben musste. Sally Levy bereitete die Emigration nach Südamerika vor. Ein Jahr zuvor hatten bereits Tochter Lore die höhere Mädchenschule Marienberg und Sohn Manfred die Städtische Oberrealschule verlassen müssen. Unter schwierigsten Bedingungen schloss Manfred Levy in Argentinien seine Schulausbildung ab und studierte Architektur. 1972 ließ er sich schließlich als Architekt in München nieder. Beim Besuch ehemaliger jüdischer Bürger in Neuss traf er 1988 alte Klassenkameraden, vor allem aber suchte er den Dialog mit der jungen Schülergeneration.

## **Erinnerung und Erkenntnis: Zu den Nachwirkungen des Ausstellungsprojekts**

Auch heute suchen sich die Bilder noch ihre Wege und beeinflussen auf diese Weise auch die Geschichte und ihre Wahrnehmung weiter. Da es sich bei den Porträts aus dem Fotoatelier Kleu oftmals um die einzigen greifbaren Spuren handelt, die aus dem Leben der Porträtierten geblieben sind, musste es ein besonderes Anliegen sein, die Bilder nach Möglichkeit in die Familien zurückzugeben. In vielen Fällen ist es gelungen, Angehörige ausfindig zu machen und Bilder zu übermitteln; sie gingen unter anderem nach Israel, in die USA und nach Großbritannien. Die Adressaten sahen sich unvermittelt mit dem eigenen Bild aus Kindertagen in einer fernen, fast fremd gewordenen Vergangenheit konfrontiert; sie fanden das Abbild eines Menschen, dessen Bild bis dahin nur in ihrer Erinnerung gelebt hatte, oder sahen erstmals die Züge eines Verwandten, der für sie bis dahin ein Name ohne Gesicht gewesen war.

Geschichte und Gesichter der Neusser Juden waren auch für die meisten Menschen in Neuss lange Zeit vergessen oder verdrängt. Das viel beachtete Ausstellungsprojekt war in dieser Hinsicht dann ebenfalls ein wichtiges Signal für eine lebendige städtische Erinnerungskultur. Bereits 20 Jahre zuvor, 50 Jahre nach der Pogromnacht, waren auf Einladung der Stadt Neuss im Jahr 1988 zahlreiche ehemalige jüdische Einwohner aus aller Welt wieder in ihre alte Heimat gekommen. Gemeinsam mit ihren Gastgeber, Offiziellen und vielen Neusser Familien, stellten sie sich damals den wertvollen und den schmerzhaften Erlebnissen ihrer Vergangenheit in Neuss sowie dem Dialog mit der nachgeborenen Generation. Im Rahmen der jüdischen Kulturtag des Jahres 2007 wurde nun mit „Geschichte in Gesichtern“, dem gemeinsamen Projekt des Stadtarchivs Neuss und des Instituts für Jüdische Studien der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, ein weiterer bemerkenswerter Akzent des Erinnerns und Gedenkens gesetzt.

Die Ausstellung im Stadtarchiv fand in der Neusser Öffentlichkeit großes Interesse und in der lokalen Presse ein außerordentlich positives Echo. Die Ausstellung sei – so eine Rezensentin –

[. . .] sowohl aus fachlicher wie aus Sicht des interessierten Zeitgenossen ein kleines Juwel [. . .]: „Geschichte in Gesichtern“ ist eine beeindruckend schlichte, didaktisch und sprachlich geschickte sowie menschlich bewegende Schau geworden, die Schlaglichter auf Lebensentwürfe wirft, die unter den Nationalsozialisten brutal zerstört wurden.<sup>27</sup>

Mit den in der Ausstellung gezeigten Porträts von Neusser Juden aus dem Fotoatelier Kleu, die außerdem in einer eigenen Serie in der Presse vorgestellt wurden, bekamen Namen und Schicksale für viele Neusser erstmals wieder ein Gesicht. In zahlreichen Führungen durch die Ausstellung wurde jedoch ein Weiteres deutlich: Die Ausstellung rief auch vorhandene Erinnerungen älterer Besucher wieder wach, und so erfuhren einige Deutungen der Ausstellung Bestätigungen oder wertvolle Ergänzungen durch Zeitzeugen.

Die Übermittlung der Bilder und des Ausstellungskatalogs an die Familienangehörigen in aller Welt löste zahlreiche bestätigende Reaktionen aus und führte nicht nur zur Aufnahme oder Wiederbelebung der Kontakte nach Neuss, sondern auch zu einem Austausch zwischen den jüdischen Familien mit Neusser Wurzeln, unter denen die neue Publikation und die Bilder – ergänzt um persönliche Erinnerungen – nach der Übersendung alsbald kursierten. Wenn die eindrucksvollen, von Heinrich Kleu gefertigten Großporträts nach

<sup>27</sup> Bittner (2007).



der Ausstellung demnächst vom Stadtarchiv der jüdischen Gemeinde in Neuss übergeben werden, um ihren dauerhaften Platz in den neuen Räumlichkeiten der Gemeinde zu finden, so ist dies die Abrundung eines ertragreichen Projekts, dem der Brückenschlag von der Vergangenheit in die Gegenwart gelungen ist.

Die Beschäftigung mit den Porträts Neusser Juden aus dem Fotoatelier Kleu erbrachte keine einfachen Antworten. Das interdisziplinär angelegte Projekt des Stadtarchivs Neuss und des Instituts für Jüdische Studien zeigte vielmehr eine fruchtbare Art und Weise, durch die quellenkritische Erschließung und Einordnung historischer Fotografien neue Fragen an die Geschichte der Juden in Neuss zu stellen. Im Zuge der Vorbereitung der Ausstellung und abermals im Zusammenhang mit der Erstellung des Katalogs konnte diese Geschichte noch einmal aus anderem Blickwinkel betrachtet und durch die Verknüpfung von Bild und Biografie in neuer Sicht, mit neuen Einsichten, dargestellt werden.



Abb. 21: Besucher der Ausstellung im Stadtarchiv Neuss, Mai 2007 (Foto: Bernd Rossmüller)

Für die Studierenden bot sich durch das interdisziplinäre Projektseminar die seltene Gelegenheit, wissenschaftliches Arbeiten und praktische Umsetzung im Zusammenwirken verschiedener Fachgebiete zu erproben. Der unmittelbare Umgang mit archivischen Quellen unterschiedlichster Art ließ sie den „historischen Stoff“ nicht abstrakt behandeln, sondern konkret erfassen. In der Konzentration auf die Schicksale einzelner Personen und Familien wurde ihnen die Geschichte der jüdischen Minderheit in der Zeit der Verfolgung exemplarisch deutlich – der Juden in Neuss wie der deutschen Juden. Zugleich mussten sie mit der Frage ringen, wie diese Geschichte anhand der ausgewählten Porträts in angemessener Weise darzustellen, zu „vermitteln“ sei. Dass dann aus ersten, tastenden Rechercheversuchen eine ertragreiche Forschungsarbeit wurde und aus ersten, vagen Konzeptionsversuchen im Laufe eines Semesters tatsächlich eine Ausstellung erwuchs, die sich in jeder Hinsicht „sehen lassen“ konnte und starke, positive Resonanz fand, war für die Studierenden zweifellos eine besondere, bestärkende Erfahrung.

Zur Ausstellungsgruppe gehörten als Studierende: Inge Blank, Frank-Claus Brill, Anna Martin, Lisa Meffert, Anna Michaelis, Julian Reale, Shelley Thompson, Maria Wigbers, Antonia Witte, Markus Zeller und Muna Zubi.

## Literatur

APTROOT, Marion und Stefan ROHRBACHER (2004). „Das Institut für Jüdische Studien“, in: ALFONSLABISCH (Hrsg.). *Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2003*. Düsseldorf, 263–272.

BITTNER, Helga (2007). „Lebendige Geschichte“, *Neuß-Grevenbroicher Zeitung*, 16. März 2007.

- BREDEKAMP, Horst (2004). „Bildakte als Zeugnis und Urteil“, in: Monika FLACKE (Hrsg.). *Mythen der Nationen. 1945 – Arena der Erinnerungen*. Bd. 1. Mainz, 29–45.
- BUCHMANN, Wolf (1999). „Das Photo als historische Quelle“, *Der Archivar. Mitteilungsblatt für das deutsche Archivwesen* 52(4), 326–327.
- BURKE, Peter (2003). *Augenzeugenschaft. Bilder als historische Quelle*, Berlin.
- BÜTTNER, Sabine (2008). „Bilder als Quellen“.  
<http://www.historicum.net/lehren-lernen/arbeiten-mit-quellen/bilder-als-quellen> (09.10.2009).
- CHEHAB, Claudia und Stefan ROHRBACHER (Bearb., 1988). *Neusser Juden. Spuren ihrer Geschichte. Eine Ausstellung des Stadtarchivs Neuss*. Katalog. Neuss.
- HAMBURGER INSTITUT FÜR SOZIALFORSCHUNG (Hrsg., 2004). *Verbrechen der Wehrmacht. Dimensionen des Vernichtungskrieges 1941–1944*. Hamburg.
- JÄGER, Jens (2000). *Photographie: Bilder der Neuzeit. Einführung in die historische Bildforschung*. Tübingen.
- JEWISH GENEALOGICAL SOCIETY OF GREAT BRITAIN (2008). „The Sauer and Waller Collection“ (Courtesy of Monash Oberlander), Wiener Library, London. <http://www.jgsgb.org.uk/waller/index.shtml> (09.10.2009).
- KAHLENBERG, Friedrich P. (1975). „Zur Methodologie der Kritik und Auswertung audiovisuellen Archivgutes als Geschichtsquelle“, *Der Archivar. Mitteilungsblatt für das deutsche Archivwesen* 28, 50–52.
- KLEMIG, Roland und Knut PETERSEN (1984). „Fotografien – Stiefkinder der Archive? Hinweise zur zweckmäßigen Archivierung“, *Der Archivar. Mitteilungsblatt für das deutsche Archivwesen* 37, 209–218.
- KNAUER, Martin (1991). „...Dokumentsinn – ‚historischer Dokumentsinn‘. Überlegungen zu einer historischen Ikonologie“, in: Brigitte TOLKEMITT und Rainer WOHLFEIL (Hrsg.). *Historische Bildkunde. Probleme – Wege – Beispiele*. Berlin, 37–47.
- METZDORF, Jens (Hrsg., 2008). *Geschichte in Gesichtern. Bildnisse Neusser Juden aus dem Fotoatelier Kleu 1935–1941*. Neuss. (Kleine Schriften des Stadtarchivs Neuss; 1)
- MITCHELL, William J. T. (1997). „Der Pictorial Turn“, in: Christian KRAVAGNA (Hrsg.). *Privileg Blick. Kritik der visuellen Kultur*. Berlin, 15–40.
- PAUL, Gerhard und Bettina GOLDBERG (2002). *Matrosenanzug – Davidstern. Bilder jüdischen Lebens in der Provinz*. Neumünster. (Quellen und Studien zur Geschichte der jüdischen Bevölkerung Schleswig-Holsteins)
- PAUL, Gerhard (2006). „Von der Historischen Bildkunde zur Visual History. Eine Einführung“, in: Gerhard PAUL (Hrsg.). *Visual History. Ein Studienbuch*. Göttingen, 7–36.
- ROECK, Bernd (2003). „Visual Turn? Kulturgeschichte und ihre Bilder“, *Geschichte und Gesellschaft* 29, 294–315.
- ROHRBACHER, Stefan (1986). *Juden in Neuss*. Neuss.
- ROHRBACHER, Stefan (2008). „Die jüdische Gemeinde in Neuss“, in: Jens METZDORF (Hrsg.). *Geschichte in Gesichtern. Bildnisse Neusser Juden aus dem Fotoatelier Kleu*. Neuss, 21–56. (Kleine Schriften des Stadtarchivs Neuss; 1)
- SCHALLER, Annkatrin und Marcus JANSSENS (2005). „Gesichter Neusser Geschichte. Die Sicherung des Fotoarchivs Kleu im Stadtarchiv Neuss“, in: Peter DERING und Jens METZDORF (Hrsg.). *Novaesium. Neusser Jahrbuch für Kunst, Kultur und Geschichte*, Neuss, 201–209.
- TOLKEMITT, Brigitte und Rainer WOHLFEIL (Hrsg., 1991). *Historische Bildkunde. Probleme – Wege – Beispiele*. Berlin.
- WOHLFEIL, Rainer (1986). „Das Bild als Geschichtsquelle“, *Historische Zeitschrift* 243, 91–100. (Druckfassung des Referats „Archivische Bildbestände und ihre Nutzung“ auf dem 57. Deutschen Archivtag in Hannover 1985)

**Geschichte der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



**SVENJA WESTER und MAX PLASSMANN**

## **Die Aufnahme des klinischen Unterrichts an der Akademie für praktische Medizin im Jahr 1919**

### **Der Weg zum klinischen Unterricht**

Dass 2009 der 90. Jahrestag des Friedensschlusses von Versailles und damit des Endes des Ersten Weltkriegs im Jahr 1919 begangen werden kann, hat vordergründig wenig mit der Geschichte der Akademie für praktische Medizin in Düsseldorf zu tun. Bei näherer Betrachtung erweist sich aber, dass diese 1907 als Aus- und Fortbildungsanstalt für Ärzte gegründete Einrichtung nicht zufällig gerade in diesem Jahr den ersten der vielen Schritte gehen konnte, die zunächst zur Umwandlung in eine Medizinische Hochschule für den klinischen Studienabschnitt im Jahr 1923 und schließlich zur Gründung der heutigen Heinrich-Heine-Universität im Jahr 1965 führten.<sup>1</sup>

Nicht zuletzt hatten sich die Gründe für den Anstoß einer solchen Entwicklung aus den Folgen dieses ersten interkontinentalen Krieges und den Friedensbedingungen in Deutschland ergeben. Denn mit dem Kriegsende trat ein deutlich spürbarer Mangel an Studienplätzen insbesondere für die klinischen Semester auf, weil während des Krieges viele Studierende nur ein Notexamen hatten ablegen können, das nun durch ein vollwertiges ersetzt werden sollte. Andere hatten ihre Ausbildung wegen der Ableistung des Wehrdienstes unterbrochen und wollten sie jetzt beenden. Im Rheinland standen dafür nur die Universitäten Köln und Bonn zur Verfügung, jedoch befanden sich beide in dem von der Entente besetzten linksrheinischen Gebiet. Beide waren daher für Studierende von der anderen Rheinseite schwer zu erreichen, ganz abgesehen von der allgemeinen politischen Unsicherheit, was die Zukunft des besetzten Gebiets anging. Eine wohnortnahe Studienmöglichkeit für die aus dem Krieg zurückkehrenden Medizinstudierenden im klinischen Studienabschnitt tat not, um einem Ärztemangel in der Metropolregion Düsseldorf entgegenzuwirken.

Der Direktor der Düsseldorfer Kinderklinik, Prof. Dr. Arthur Schlossmann, betrieb daher unter Ausnutzung von politischen Kontakten, die er unter anderem als Abgeordneter im Preußischen Landtag aufgebaut hatte, den Ausbau der Düsseldorfer Akademie zur Medizinischen Hochschule. Dabei ging es ihm sowohl darum, die sich jetzt durch die Situation nach Kriegsende bietende Gelegenheit zu ergreifen und der eigenen Akademie den ersehnten Hochschulstatus zu verschaffen. Gleichzeitig hatte er dazu private Gründe, denn sein Sohn Hans und seine Tochter Erna befanden sich unter denen, die ihr Medizinstudium gerne in Düsseldorf beendet hätten. Untermauert sah Schlossmann die Wichtigkeit solcher Aktivitäten durch die reale Nachfrage nach Studienplätzen in den fortgeschrittenen Abschnitten des Medizinstudiums nach dem Krieg durch die Studierenden. Diesbezügliche Anfragen an das Sekretariat der Akademie soll es bereits Ende des Jahres 1918 gegeben haben.<sup>2</sup> Neben Schlossmann war auch Prof. Dr. Josef Bürgers, der für den wis-

<sup>1</sup> Vgl. Halling und Liebe (2007: 177–179).

<sup>2</sup> Vgl. Schadewaldt (1973: 62).

senschaftlichen Teil der Aufbaubemühungen zuständig war, maßgeblich an der Gründung der Medizinischen Akademie Düsseldorf beteiligt.

Die Kinder von Prof. Dr. Arthur Schlossmann, Hans und Erna, gehörten, bedingt durch ihr vor dem Krieg begonnenes Medizinstudium, auch zu einer Gruppe von Studierwilligen, die – sicher nicht ohne Vorwissen und Unterstützung von Prof. Schlossmann – der Legende nach im Brauhaus „Goldener Kessel“ ein Memorandum verfassten, das die Einrichtung des klinischen Unterrichts in Düsseldorf forderte und an die Preußische Regierung geleitet wurde. Die Stadt Düsseldorf als Trägerin der Akademie wie auch die Akademie selbst beziehungsweise die Professorenschaft unterstützten diesen Vorstoß, der tatsächlich zu einer zunächst nur befristet ausgesprochenen Genehmigung führte, den klinischen Unterricht im Sommersemester 1919 aufzunehmen.

Die studentische Initiative im „Goldenen Kessel“ – obgleich sie später zu einem Ursprungsmythos der Akademie stilisiert wurde – war sicher ein Produkt der Situation des Kriegsendes 1918/1919, und sie kam als solches überraschend. Auf der anderen Seite hatte das Bestreben, die Akademie zur Hochschule zu machen, deutlich ältere Wurzeln. Schon 1906, also vor der Inbetriebnahme der Städtischen Krankenanstalten und der Akademie für praktische Medizin, wurde das Gerücht kolportiert, dass hier auch Studierende der klinischen Semester ausgebildet werden sollten. Dies wurde insbesondere an der sich ebenfalls in Gründung befindlichen Universität in Münster als Konkurrenz angesehen, da man dort befürchtete, auf diese Weise um eine eigene Medizinische Fakultät gebracht zu werden. Eine von Düsseldorf Seite angestrebte Kooperation in der Weise, dass in Münster die vorklinischen und in Düsseldorf die klinischen Anteile des Medizinstudiums zu absolvieren gewesen wären und dass der Lehrkörper der Akademie als Außenstelle an die Universität Münster angeschlossen worden wäre, fand trotz der Unterstützung durch den Oberpräsidenten der Provinz Westfalen, Eberhard von der Recke, nur zögerliche Zustimmung in Münster. Dort wäre man in diesem Fall dauerhaft auf dem bereits erreichten Stand der medizinisch-propädeutischen Lehre eingefroren worden. Direkt abgelehnt wurde diese Lösung von Friedrich Theodor Althoff, dem mächtigen Universitätsreferenten im Preußischen Kultusministerium, der wenigstens perspektivisch eine vollständige Medizinische Fakultät in Münster errichten und daher von einem dies behindernden Düsseldorfer Provisorium absehen wollte. Er argumentierte in diesem Zusammenhang auch damit, dass die Stimmung vieler, insbesondere süddeutscher Universitäten gegen die Akademien sei, so dass eine solche akademische Aufwertung der Düsseldorfer Akademie im Bundesrat chancenlos sei. Allerdings wollte Althoff den Düsseldorfern auch nicht alle Hoffnung nehmen, denn nach dem Protokoll des Beigeordneten Dr. Max Greve, der mit ihm diesbezüglich verhandelte, sagte er wörtlich: „Ich rate dringend, einstweilen an der Sache nicht zu rühren, sie aber andererseits auch nicht aufzugeben“<sup>3</sup>. Er könne sich vorstellen, dass den Medizinischen Akademien später allgemein die Befugnis eingeräumt werde, die letzten zwei klinischen Semester zu übernehmen, wenn sie einmal voll etabliert seien und sich bewährt hätten.

Der Vorgang belegt zweierlei: zum einen den Widerstand etablierter, klassischer Universitäten gegen die Konkurrenz des neuen Hochschultyps der Medizinischen Akademie, der

<sup>3</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1018: Vermerk Beigeordneter Dr. Greve, 1.12.1906. Tatsächlich wurde erst 1925 eine vollständige Medizinische Fakultät in Münster errichtet.

ein Dauerthema auch in der Geschichte der Düsseldorfer Akademie bleiben sollte; ähnlichen Widerstand durch die ansässige Ärzteschaft hatte es bereits bei der Gründung der Kölner Akademie für praktische Medizin gegeben.<sup>4</sup> Und zum anderen wird sichtbar, dass hier von Anfang an großes Interesse daran vorhanden war, mit der Akademie Anschluss an die Universitäten zu finden und es nicht bei der Einrichtung einer, wenn auch sehr modernen, Weiter- und Fortbildungsanstalt sowie wissenschaftlich forschenden Einrichtung zu belassen. Der Anstoß hierzu mag zwar auch aus dem Kreis der Professoren gekommen sein, deren Sozialprestige durch die universitätsgleiche Lehre gehoben worden wäre. Der Plan lag aber auch im Interesse der Stadt Düsseldorf, deren Beigeordneter diesbezügliche Verhandlungen an höchster Stelle führte und so seine Unterstützung deutlich machte.

Der Erste Weltkrieg hat sicherlich zu einer Unterbrechung solcher langfristiger Planungen geführt, was indes nicht bedeuten muss, dass die Ziele bezüglich des klinischen Studienabschnitts aufgegeben worden wären. Die Protokolle des Akademischen Rats, des obersten Gremiums der Akademie, aus dieser Zeit sind leider nicht überliefert. Verfügbar sind jedoch die Einladungen zu den Sitzungen, und hier stand beispielsweise am 6. März 1915 die „Betätigung der Akademie bei etwaigem Friedensschluss“<sup>5</sup> auf der Tagesordnung. Dabei ist es denkbar, dass es sich um Fragen handelte, die nur für die Kriegszeit zurückgestellt wurden. Die Studierenden im „Goldenen Kessel“ waren daher letztlich mehr Anlass als Ursache für die Weiterverfolgung der langfristigen Ziele. Das Kriegsende und die Rheinlandbesetzung boten indes hierzu eine günstige Gelegenheit, die sicher in dieser Weise nicht zustande gekommen wäre, wenn der Erste Weltkrieg einen anderen Ausgang genommen hätte.

Die Preußische Regierung tat sich allerdings schwer, den Düsseldorfer Wünschen so gleich voll nachzukommen. Schon die Befristung der Genehmigung für den klinischen Unterricht zeigt dies, aber auch eingehende Begutachtungen der Akademie, mit denen deren Eignung festgestellt werden sollte. Schon für den 14. Juni 1919 sagte der Preußische Unterrichtsminister Konrad Hänisch seinen Besuch an.<sup>6</sup> Es folgte am 25. Juli 1919 eine Besichtigung durch den Ministerialdirektor Prof. Dr. Gottstein und den Geheimen Obermedizinalrat Prof. Dr. Dietrich im Auftrag des Innenministeriums, die dezidiert das Ziel hatte, die Eignung der Akademie für den klinischen Unterricht zu prüfen.<sup>7</sup> Später erfolgten weitere Besichtigungen einzelner Kliniken und Institute.<sup>8</sup> Zusätzliche Begehungen durch Vertreter von verschiedenen Ministerien wurden, begleitet von Verhandlungen, in den folgenden Jahren vorgenommen.<sup>9</sup>

Die Düsseldorfer rannten in Berlin unter anderem deshalb keine offenen Türen ein, weil die Idee einer rein medizinischen Hochschule vielen als schädliche Trennung eines akademischen Zweigs von den anderen erschien und daher nicht den Vorstellungen von universitärer Ausbildung entsprach.<sup>10</sup> Angesichts solcher Widerstände lag es durchaus im Bereich des Möglichen, dass die Akademie ihre Lehrbefugnis wieder verlor. Unterstützung

<sup>4</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 631: Ärztliches Vereinsblatt für Deutschland, 11.11.1905.

<sup>5</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1022.

<sup>6</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 986: Rundschreiben an den Lehrkörper der Akademie, 11.6.1919.

<sup>7</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 986: Rundschreiben an den Lehrkörper der Akademie, 22.7.1919.

<sup>8</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 986: Rundschreiben an den Lehrkörper der Akademie, 6.12.1920.

<sup>9</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1023 und 1024.

<sup>10</sup> Vgl. Halling und Liebe (2007:178).

fand sie aber anscheinend unter anderem bei Prof. Dr. Eduard Dietrich, der an der Berliner Universität und in der Medizinalabteilung des Preußischen Kultusministeriums wirkte. Jedenfalls schrieb er 1920 an den Rektor als Dank für seine Ernennung zum Ehrenmitglied der Akademie, dass er sie weiterhin „wie bisher nach Kräften“ unterstützen werde, angefangen damit, dass der hier erteilte Unterricht dem der Universitäten „im vollen Umfang und für immer gleich gestellt“<sup>11</sup> werde.

Die Verhandlungen zogen sich dennoch bis 1923 hin, als die Stadt Düsseldorf den so genannten Akademievertrag mit dem Staat Preußen abschloss. Die Akademie wurde damit in „Medizinische Akademie“ umbenannt, und sie erhielt gleichzeitig dauerhaft den Status einer Hochschule für den klinischen Studienabschnitt – wenngleich es noch lange dauern sollte, bis sie als vollwertige Hochschule Anerkennung fand. Der Weg zum Akademievertrag harrt noch einer Untersuchung anhand der Berliner Quellen, so dass nicht völlig klar ist, warum er letztlich überhaupt und zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen wurde. Möglicherweise ist dies jedoch erneut auf eine Spätfolge des Ersten Weltkriegs zurückzuführen, denn der Vertrag fällt mit der Besetzung des Ruhrgebiets durch französische und belgische Truppen zusammen. Dadurch wurde die Stärkung von Institutionen im besetzten Gebiet zu einem reichsweiten Politikum, von dem die dort ansässigen Institutionen auch profitieren konnten, indem sie zügig aufgewertet wurden. Eine Spende des Reichskanzlers von 20 Millionen Mark zugunsten bedürftiger Studierender anlässlich des Abschlusses des Akademievertrags ist wohl in diesem Zusammenhang zu sehen, aber auch die ideelle Unterstützung, die die Reichsregierung über den Kommissar für die besetzten Gebiete einer Preußischen Hochschule, mit der sie formal nichts zu tun hatte, zuteil werden ließ. Der zur Eröffnungsfeier der nunmehrigen Medizinischen Akademie übermittelte Wunsch des Reichskanzlers Wilhelm Cuno, dass sie „den uebrigen rheinischen Hochschulen gleich eine pflanzstaette echter wissenschaft und ein mittelpunkt deutschen geisteslebens werden“<sup>12</sup> möge, verhiess jedenfalls auch Unterstützung im Bestreben, von den etablierten Hochschulen als gleichwertig anerkannt zu werden.

## Die Studierenden

Die erste Studierendengeneration schrieb sich geschlossen am 7. Mai 1919 ein, so dass dieser Tag als Geburtstag der universitätsähnlichen neuen Akademie gelten kann.<sup>13</sup> Es handelte sich um 54 Studierende, davon – soweit zu erkennen – 53 männliche und eine weibliche, nämlich Erna Schlossmann.<sup>14</sup> Sie alle hatten zuvor wenigstens schon die vor-klinischen Teile des Medizinstudiums abgeschlossen, die meisten hatten aber auch bereits mehr oder weniger große Anteile des klinischen Studienabschnitts absolviert. Nur fünf von ihnen – soweit erkennbar; bei einigen fehlt die entsprechende Angabe – begannen 1919 ihr klinisches Studium, während für jeweils einen Studierenden das achte beziehungsweise

<sup>11</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1115: Dietrich an Rektor, 13.10.1920. Ähnlich: Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1131: Dietrich an Kuratorium, 13.10.1920.

<sup>12</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1074: Telegramm des Kommissars des Reichskanzlers für Rhein und Ruhr, 8.6.1923.

<sup>13</sup> Dazu und im Folgenden: Universitätsarchiv Düsseldorf 7/10, 2: Matrikelbuch 1919/20 (Kopie).

<sup>14</sup> Probleme oder Diskussionen um ihre Zulassung zum Studium sind nicht belegt, sind aber angesichts der herausragenden Stellung ihres Vaters an der Akademie auch nicht zu erwarten. Zum Frauenstudium grundsätzlich vgl. Mazón (2003).



neunte klinische Semester begann. Mehrheitlich befanden sich die Studierenden jedoch im dritten und vierten klinischen Semester. Die Geburtsjahrgänge schwankten zwischen 1889 und 1896, so dass sich die Studierenden im Alter von 23 bis 30 Jahren befanden, mithin im Lebensalter vergleichsweise weit fortgeschritten waren. Das ist auf die Unterbrechung ihrer Studien durch den Krieg zurückzuführen. Nur vier Angehörige der ersten Studierendengeneration wohnten nicht in Düsseldorf, sondern anscheinend in Duisburg, Essen und Wesel.

Zu den Herkunftsfamilien der ersten Studierendengeneration ist keine eindeutige Aussage möglich, weil die Einträge zum „Stand der Eltern“ im Matrikelbuch<sup>15</sup> vielfach nicht eindeutig sind. So findet sich des Öfteren der Eintrag „Rentner“, was keine Aussage zum vorherigen Beruf und zum finanziellen Hintergrund des Vaters ermöglicht, ebenso wenig der Eintrag „tot“ für einen verstorbenen Vater oder auch der Eintrag „Kaufmann“. Nachweisbar sind allerdings sieben Ärzte als Väter (also fast 13 Prozent) sowie weitere zehn bis zwölf Personen, die als Akademiker, Fabrik- oder Gutsbesitzer und so weiter einem bildungsmäßig oder finanziell bessergestellten Hintergrund entstammen (also circa 20 Prozent). Mindestens ein Drittel der Studierenden ist also eher gehobenen Verhältnissen zuzuordnen, was aber nicht ausschließt, dass fortgeschrittenes Lebensalter oder Kriegseinbußen wenigstens finanziell Schwierigkeiten erzeugten, das Studium regulär an einer dem Herkunftsort fernen Universität zu beenden.

Dies führt zu der Frage nach den Kosten des Studiums in Düsseldorf. An Gebühren wurden 1919 eingeführt: Eine Einschreibegebühr von 25 Mark sowie eine Semestergebühr von 20 Mark, zudem gestaffelte Kolleggelder für den Besuch der einzelnen Veranstaltungen zwischen fünf und zehn Mark, in besonderen Fällen bis zu 30 Mark pro Wochenstunde. Hinzu kamen 7,50 Mark pro Semester für Versicherungen.<sup>16</sup>

Die Belastung, die sich aus diesen Gebühren ergab, ist natürlich relativ zum verfügbaren Einkommen der einzelnen Studierenden zu sehen. Einige von ihnen hatten jedoch Probleme, die benötigten Mittel aufzubringen. Im Sommer 1924 gerieten beispielsweise neun Studierende mit der Zahlung der Kolleggelder in Rückstand, so dass ihnen vorläufig die Aushändigung der Praktikantenscheine verweigert wurde.<sup>17</sup> Nach Angaben der Studierendenschaft waren in diesem Jahr von jedem Studierenden durchschnittlich 250 Mark an Gebühren zu entrichten, inklusive der Kolleggelder für besuchte Lehrveranstaltungen.<sup>18</sup> Diese Kosten – hinzuzurechnen waren die in Düsseldorf schon damals im Vergleich zu anderen Universitätsstädten höheren Lebenshaltungskosten – waren nach Aussage der Studierendenvertreter für einen Gutteil der Studierendenschaft (bis zu 35 Prozent) nicht ohne einen Gebührenerlass tragbar. Die Mittel für einen solchen Erlass waren jedoch rückläufig, was das zitierte Protestschreiben hervorrief. Die Frage studentischer Wohnungsnot – bis heute ein wichtiges Thema der Düsseldorfer Universitätsgeschichte – trat schon in den

---

<sup>15</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 7/10, 2. Die dazu gehörenden Studierendenakten sind im Zweiten Weltkrieg verloren gegangen.

<sup>16</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1123: Beschluss des Verwaltungsausschusses, 2.5.1919 und 23.5.1919.

<sup>17</sup> Vgl. Namensliste in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1025.

<sup>18</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1064: Studentenschaft an Preußisches Kultusministerium, 29.11.1924.

1920er Jahren auf. 1925 sah sich deshalb der Rektor veranlasst, den Bau von Studierendenwohnungen „in Form eines Hotel garnis“<sup>19</sup> zu beantragen.

Für Studierende, die sowohl gute Leistungen brachten als auch in wirtschaftliche Not geraten waren, gab es Mittel eines Akademie- oder Hilfsfonds und einer Stiftung. Der Fonds wurde unter anderem gespeist durch Abzüge vom Kolleggeld beziehungsweise Spenden der Professoren und von einer „Festgabe“<sup>20</sup> des Reichskanzlers zum Abschluss des Akademievertrags 1923 in Höhe von 20 Millionen Mark, geriet jedoch gleich in den Sog der Inflation von 1923 und reichte auch deshalb nicht dazu aus, großflächig Studierende zu fördern. Die Stiftung warf 1927 nur noch Zinsen in Höhe von 65 Mark pro Semester ab, was noch nicht einmal für die Bestreitung der Kolleggelder eines Studierenden ausreichte.<sup>21</sup> Aus den fünf Bewerbern um dieses Kleinststipendium wurden im April 1927 durch die Gratuiten-Kommission zwei Stipendiaten ausgewählt, und zwar die beiden Bewerber, die aus Düsseldorf kamen. Auch den anderen wurde jedoch eine Unterstützung in Höhe von 30 Mark zugesagt, nämlich aus dem Akademie-Hilfsfonds.<sup>22</sup> Dieser Hilfsfonds, dem weiterhin regelmäßige Zuwendungen insbesondere aus der Professorenschaft zufließen, konnte zwar größere Summen aufbringen, jedoch reichte auch er gemeinsam mit städtischen und staatlichen Unterstützungsmitteln nur für Teil-Gebührenerlasse in Einzelfällen, für Nachlässe beim Verpflegungsgeld sowie zur Linderung besonders großer wirtschaftlicher Not.<sup>23</sup> 1926 wurde allerdings ein relativer Anstieg der Unterstützungsbedürftigen verzeichnet, der die verfügbaren Mittel schnell zur Neige gehen ließ.<sup>24</sup> In der Korrespondenz der Akademieverwaltung finden sich zudem zahlreiche Nachweise für von Studierenden gestellte Darlehensanträge bei der Darlehenskasse der Deutschen Studentenschaft e.V. Voraussetzung für ein solches Darlehen waren neben einer Bürgschaft aus dem Kreise der Familie auch „Fleißzeugnisse“, die von den Lehrenden der Akademie ausgestellt wurden.<sup>25</sup>

Eine Liste derjenigen Studierenden, die im Sommersemester 1927 einen Antrag auf Ermäßigung der Verpflegungskosten in der Mensa gestellt hatten, wirft zugleich ein Schlaglicht auf die wirtschaftlichen Verhältnisse wie auf die Elternhäuser der Studierenden, denn hier wurde auch der Beruf des Vaters verzeichnet.<sup>26</sup> Insgesamt stellten 35 von 65 Studierenden einen solchen Antrag, mithin mehr als 50 Prozent. Darunter befanden sich vier der insgesamt sechs eingeschriebenen Frauen – bei diesen ist also vergleichsweise eine schlechtere wirtschaftliche Lage als bei den Männern zu vermuten, wenngleich dieser Befund auch auf eine statistische Verzerrung aufgrund der geringen Gesamtzahl zurückzuführen sein könnte. Die Väter der vier bedürftigen Frauen waren „Konnector“, Versiche-

<sup>19</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1064: Rektor an Oberbürgermeister, 3.2.1925. Siehe auch Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1119.

<sup>20</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1074: Telegramm des Kommissars des Reichskanzlers für Rhein und Ruhr, 8.6.1923. Unterlagen zur Fondsverwaltung ebenda.

<sup>21</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1088: Ausschreibung der Stiftung zur Unterstützung hilfsbedürftiger Studierender, 14.10.1927.

<sup>22</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1090: Sitzung der Gratuiten-Kommission am 24. Mai 1927.

<sup>23</sup> Vgl. verschiedene Unterlagen in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1088 und 1090–1091.

<sup>24</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1090: Rektor an Kuratorium, 6.12.1926.

<sup>25</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1088: diverse Schreiben der Darlehenskasse der Deutschen Studentenschaft e.V.

<sup>26</sup> Die Liste findet sich in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1090.

rungsinspektor, Konditor und Bierverleger. Es handelte sich also nicht um Töchter aus sozial gehobenen Elternhaus, sondern um Bildungsaufsteigerinnen im Vergleich zur Elterngeneration. Ähnliches gilt für die auf der Liste verzeichneten Studierenden insgesamt: Nur sechs Väter waren Ärzte, hinzu kommen ein Pastor, ein Architekt, ein Lehrer und ein Staatsminister a.D., die sicher einer bildungsbürgerlichen Schicht zugeordnet werden können, also insgesamt zehn Elternhäuser. Bei den Übrigen ist zum Teil nicht ohne Weiteres zu ermitteln, welche soziale Stellung der Vater wohl innehatte und welchen Bildungsgang er genossen hatte. Das trifft zum Beispiel für die sieben verzeichneten Kaufleute zu. Insgesamt deutet aber die Liste darauf hin, dass wenigstens ein großer Teil der Studierenden der Akademie Mitte der 1920er Jahre aus Elternhäusern stammte, die nicht im akademischen Bildungsbürgertum anzusiedeln sind – und die zu über 50 Prozent wirtschaftlich nicht in der Lage waren, das Studium ihres Kindes voll zu finanzieren (was in der Post-Inflationszeit auch auf ehemals sehr gut gestellte Elternhäuser zutreffen konnte).<sup>27</sup>

## Studierendenzahl

Tabelle 1 gibt über die Entwicklung der Studierendenzahlen in den ersten zehn Jahren des klinischen Unterrichts Auskunft.

Semester	Gesamtzahl ordentliche Studierende	davon Frauen	davon Ausländer (in- klusive so genannter „Auslandsdeut- scher“)	Gasthörer
WS 1921/1922	155	21	k. A.	k. A.
SS 1922	104	8	k. A.	k. A.
WS 1922/1923	126	13	k. A.	4
SS 1923	70	7	k. A.	2
WS 1923/1924	80	8	k. A.	k. A.
SS 1924	54	6	k. A.	k. A.
WS 1924/1925	61	8	k. A.	k. A.
SS 1925	51	6	k. A.	1
WS 1925/1926	62	3	4	2
SS 1926	53	8	5	k. A.
WS 1926/1927	74	11	0	2
SS 1927	65	6	k. A.	k. A.
WS 1927/1928	90	13	k. A.	k. A.
SS 1928	119	17	k. A.	k. A.
WS 1928/1929	201	30	k. A.	2

Tab. 1: Entwicklung der Studierendenzahlen an der Medizinischen Akademie Düsseldorf vom Wintersemester 1921/1922 bis zum Wintersemester 1928/1929. Angaben nach verschiedenen Aufstellungen in Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1064 und 1070. Da hier die Statistik nicht einheitlich geführt wurde und an einigen Listen Streichungen unklarer Funktion durchgeführt wurden, sind leichte Abweichungen von der Realität möglich (WS = Wintersemester; SS = Sommersemester; k. A. = keine Angabe)

<sup>27</sup> Im Wintersemester 1926/1927 waren es 40 von 74, im Sommersemester 1926 35 von 53; vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1090–1091.

Staatsexamina wurden wie folgt abgelegt: 45 (1923), 48 (1924), 27 (1925), 40 (1926), 40 (1927), 24 (1928), 52 (1929).<sup>28</sup>

Der Anstieg der Studierendenzahl war seit dem Sommersemester 1924 mit einem deutlichen relativen und absoluten Ansteigen der Zahl auswärtiger Studierender verbunden. Standen 1924 noch 32 einheimische Studierende gegen 22 auswärtige, so änderte sich dieses Verhältnis mit Schwankungen bis zum Sommersemester 1928 in 29:90 zugunsten der Auswärtigen.<sup>29</sup> Der Einzugsbereich der Akademie vergrößerte sich also, was aber auch Probleme hinsichtlich der Kapazität der Ausbildungseinrichtungen aufwarf. Im Prinzip sollte die Studierendenzahl klein gehalten werden, da eine „Individualbehandlung des einzelnen Studenten“<sup>30</sup> angestrebt wurde – so jedenfalls der Rektor von 1929 mit Sorge hinsichtlich der wachsenden Studierendenzahl. Auf der anderen Seite wurde der Anstieg der Studierendenschaft auch als Erfolg gesehen, so dass sich hier eine ambivalente Haltung findet.<sup>31</sup> Auf eine allzu große Zahl von Studierenden waren Krankenanstalten und Akademie jedoch schon rein räumlich nicht eingerichtet. Die Hörsäle der Chirurgie und der Medizinischen Klinik wurden 1928 aus den Reihen der Studierendenschaft als zu klein bezeichnet, ebenso der Aufenthaltsraum und der Speiseraum für Studierende.<sup>32</sup>

## Vorbild und Wegweiser

Bereits während der Planungsphase der Medizinischen Akademie regte sich aus verschiedenen Teilen des Landes Interesse an dem vertretenen Konzept. Dies belegen Anfragen an die Stadt Düsseldorf aus verschiedenen Phasen der Akademiegründung. So gab es bereits in den Jahren 1912 und 1913 Anfragen aus den Städten Posen, Magdeburg und Danzig.<sup>33</sup> Unterbrochen durch den Ersten Weltkrieg setzen sich die Anfragen bereits Mitte 1918 fort.<sup>34</sup> In den Anfragen ging es hauptsächlich um organisatorische und haushaltstechnische Belange, die von Interesse waren für die ebenfalls an der Gründung einer Medizinischen Akademie interessierten Städte. Derartige Anfragen sind vor allem zu verstehen im Zusammenhang mit den Problemen und Widerständen, mit denen die Düsseldorfer Gründer zu kämpfen hatten. Dies waren nicht nur administrative Hürden, sondern auch kritische Stimmen aus der Öffentlichkeit, wie etwa in Zeitungsberichten oder durch Mitteilungen aus der Ärzteschaft.

<sup>28</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1109: Die Medizinische Akademie in Düsseldorf, ihre Entwicklung und kulturellen Aufgaben, 1929.

<sup>29</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1070: Statistik, die Studierenden der Medizinischen Akademie betreffend. Es ist nicht ganz klar, woran genau in dieser Statistik der Unterschied zwischen Einheimischen und Auswärtigen festgemacht wurde. Da Ausländer nicht in so hoher Zahl in Düsseldorf studierten, muss es sich um Personen gehandelt haben, die nicht aus Düsseldorf und Umgebung stammten.

<sup>30</sup> Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1097: Rektor an Sanitätsrat v. Francke (Danzig), 27.9.1929 (Abschrift).

<sup>31</sup> Siehe z. B. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1114.

<sup>32</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 1070: Studentenschaft an Rektor, 11.8.1928.

<sup>33</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 384: Magistrat der Residenzstadt Posen an die Städtische Verwaltung Düsseldorf, 18.6.1912. Der Magistrat der Stadt Magdeburg an den Magistrat der Stadt Düsseldorf, 16.8.1913. Der Oberbürgermeister der Stadt Danzig an den Oberbürgermeister der Stadt Düsseldorf, 31.5.1913.

<sup>34</sup> Vgl. Universitätsarchiv Düsseldorf 1/2, 384: Der Magistrat der Stadt Magdeburg an den Magistrat der Stadt Düsseldorf, 5.8.1918. Der Magistrat der Stadt Stettin an den Oberbürgermeister der Stadt Düsseldorf, 10.9.1918.

Dass sich das „Düsseldorfer Modell“ letztlich durchsetzte und die Medizinische Akademie Düsseldorf sich etablieren konnte und schließlich nach der Erlangung des Promotionsrechts und dem Wiederaufbau nach dem Zweiten Weltkrieg vom Land Nordrhein-Westfalen in Trägerschaft genommen wurde, beweist die Fortschrittlichkeit der Idee der Medizinischen Akademie. Sie blieb nicht Noteinrichtung, sondern entwickelte sich zu einer weit über die Grenzen des Landes anerkannten Institution, die Vorbild war und Generationen engagierter und hochqualifizierter Mediziner hervorbrachte. Die heutige Universität Düsseldorf, die aus der Medizinischen Akademie hervorging, profitiert noch heute von Engagement und Willensstärke der damals Beteiligten, die ihre visionäre Idee durchsetzen und damit eine anerkannte Ausbildungsstätte für Mediziner rechts des Rheins schaffen konnten – und vielleicht auch von einer besonderen politischen Situation, die der Kriegsausgang 1918/1919 geschaffen hatte.

## Literatur

- HALLING, Thorsten und Moritz LIEBE (2007). „Lehre – Studium, Aus-, Fort- und Weiterbildung. Akademie und Klinik als (akademisches) Ausbildungszentrum – Studierendenalltag“, in: Thorsten HALLING und Jörg VÖGELE (Hrsg.). *100 Jahre Hochschulmedizin in Düsseldorf 1907–2007*. Düsseldorf, 175–213.
- MAZÓN, Patricia M. (2003). *Gender and the Modern Research University. The Admission of Women to German Higher Education, 1865–1914*. Stanford.
- SCHADEWALDT, Hans (1973). „Die Anfänge des klinischen Unterrichts 1919 bis 1923“, in: Hans SCHADEWALDT (Hrsg.). *50 Jahre. Von der Medizinischen Akademie zur Universität Düsseldorf 1923–1973*. Berlin, 60–71.



# **Forum Kunst**





**HANS KÖRNER**

**Frömmigkeit und Moderne.  
Zu einem Schwerpunkt in Forschung und Lehre  
am Seminar für Kunstgeschichte**

Architektur des 20. Jahrhunderts – damit verbindet man zuallererst den modernen Wohn-, Büro-, Geschäfts- und Industriebau, Bauten für die Anforderung des Verkehrs oder Sportanlagen. Der Kirchenbau des 20. Jahrhunderts wird dagegen häufig nur als Seitenweg der Avantgardearchitektur betrachtet, als Randphänomen. Dieses Urteil ist ungerecht und historisch nicht haltbar. Gerade im Kirchenbau kam es zu außerordentlichen und wegweisenden Lösungen. Eher war das Experimentierfeld, das die Bauaufgabe „Kirche“ eröffnete, größer als bei anderen funktional stärker gebundenen Bauaufgaben, und entsprechend einflussvoll ist die Originalität der gefundenen Lösungen.

Auf dem wichtigen Beitrag, den die Kirchenbaumeister des 20. Jahrhunderts für die Ausbildung einer modernen Architektur geleistet haben, liegt ein Schwerpunkt des Seminars für Kunstgeschichte. Ohne die nationale und internationale Dimension des Themas zu vernachlässigen, ist es uns ein Anliegen, darauf aufmerksam zu machen, dass im Besonderen im heutigen Bundesland Nordrhein-Westfalen herausragende Leistungen auf dem Gebiet des modernen Sakralbaus gelungen sind. Leider muss man heute dringlicher denn je auf diesen Umstand hinweisen. Nach dem beispiellosen Bauboom in der frühen Nachkriegszeit ist heute der moderne Kirchenbau eine bedrohte Spezies. Die Umwidmung überflüssig gewordener Kirchen beschäftigt derzeit die Phantasie der Architekten mehr als der Bau neuer Kirchen. Und man wird in manchen Fällen noch über den Akt der Entweihung dankbar sein dürfen, wenn dieser wenigstens den Abriss verhindern hilft. Für Klagen über die zunehmende Marginalisierung des Christentums im alltäglichen Lebensvollzug sind Kunsthistoriker freilich nicht zuständig. Kunsthistoriker haben auf die Schönheit dessen hinzuweisen, was auf dem Gebiet des Sakralbaus der Zwischenkriegszeit und der frühen Nachkriegszeit entstanden ist, auf die in manchen Fällen selbst von den Pfarrern verkannte Schönheit, die derzeit eine bedrohte Schönheit ist. Wir sehen unser Ziel deshalb auch darin, deutlich zu machen, was es zu bewahren gilt.

Forschung und Lehre müssen keine Gegensätze sein; sie können – sie sollten – sich wechselseitig befruchten. Gelegentlich – und diese Gelegenheiten sind gesuchte Gelegenheiten am Seminar für Kunstgeschichte – verschmelzen Forschung und Lehre in Projektseminaren. Eine Ausstellung zum Thema „Frömmigkeit und Moderne“, die das Clemens-Sels-Museum, Neuss, im Herbst 2008 zeigte, war von Lehrenden und Studierenden des Seminars für Kunstgeschichte vorbereitet und über alle Phasen eines Ausstellungsprojekts – von der Konzeption und der wissenschaftlichen Bearbeitung der Objekte über die Organisation des Leihverkehrs bis zur Erstellung eines Ausstellungskatalogs und der Hängung der Exponate in den Räumen des Museums – selbständig verwirklicht worden. Aus-

stellung und Ausstellungskatalog erwachsen aus einem Projektseminar, das Jürgen Wiener und der Verfasser im Sommersemester 2007 am Seminar für Kunstgeschichte angeboten haben.

Die Ausstellung präsentierte Hauptwerke der modernen Sakralarchitektur an Rhein und Ruhr in Form von Architekturaufnahmen. Gemeinsam mit den Studierenden wählten wir als Exponate Fotografien aus, die möglichst zeitnah zu der Entstehung der Kirchenbauten aufgenommen wurden. Dies nicht allein deshalb, weil Architektur (will man sich nicht auf Planmaterial und Modelle beschränken) nun einmal nicht ausstellbar ist. Fotografien sind immer auch schon Interpretationen und geben dem Betrachter Seh-Vorgaben. Insofern liefern sie ein in seiner historischen Relevanz bislang noch unzureichend ausgeschöpft Material für die historische Wahrnehmung von Architektur. Die Ausstellung und der begleitende Katalog machten sichtbar, wie und mit welchen Mitteln die Fotografie christliche Sakralbauten des 20. Jahrhunderts interpretierte; sie lieferten darüber hinaus Hinweise darauf, in welchem Maße Sakralarchitektur der Moderne von sich her schon den „fotografischen Blick“ mit einkalkulierte. Dass die Rolle der Fotografie für die Wahrnehmung und Wertschätzung moderner Sakralarchitektur eine gewichtige war, lässt sich bereits aus dem Wort des katholischen Kirchenbaumeisters Rudolf Schwarz, der der Wahrnehmung von Architektur über das Medium der Fotografie ansonsten durchaus skeptisch gegenüberstand, erschließen: „Was wäre die Architektur ohne Fotografen?“

Weder als Forschungsschwerpunkt noch als Thema von gemeinsam mit Studierenden betriebenen Projekten ist das Thema „Moderne Sakralkunst“ abgeschlossen. Gefördert aus zentralen Mitteln des Rektorats bereiteten Jürgen Wiener und der Verfasser eine wissenschaftliche Tagung zum Thema „Liturgie als Bauherr?“ vor. Der Tagung lief ein Aufbau-/Masterseminar im Sommersemester 2009 voraus. Auch dieses Aufbau-/Masterseminar wurde als Projektseminar durchgeführt. Im Fokus des Projekts stand die Frage nach den Wechselbeziehungen zwischen Liturgie, Baugestalt und Kirchengestaltung. Wie in jedem „normalen“ Seminar wurden Referate gehalten und schriftliche Studienarbeiten abgeliefert, doch war dies nur das Zwischenziel. Das Seminar mündete in die mehrtägige Tagung auf Schloss Mickeln (10. bis 12. Juli 2009), bei der etablierte und renommierte Wissenschaftler Vorträge zum Thema hielten. Daneben wurden die besten studentischen Seminararbeiten vorgetragen; sie werden mit den Beiträgen der Gastwissenschaftler in einem Tagungsband publiziert werden. Auf der Tagung waren die Studierenden nicht Lernende, sondern Kolleginnen und Kollegen, hatten also Gelegenheit, sich schon im Studium auf dem Parkett des Wissenschaftsbetriebs zu bewegen und bewähren.

## **Moderne christliche Kunst.**

### **Voraussetzungen und Anfänge im 18. und 19. Jahrhundert**

*Blumen-, Frucht- und Dornenstücke oder Ehestand, Tod und Hochzeit des Armenadvokaten F. St. Siebenkäs im Reichsmarktfließen Kuhschnappel.* Der umfangreiche Roman von Jean Paul, der in einer ersten Auflage 1796 veröffentlicht wurde, ist so weitschweifig wie sein Titel, und er ist in seiner Empfindsamkeit, seinem Witz und seiner Ironie so umständlich wie dieser Titel. Jean Paul fügte dem Roman ein „Erstes Blumenstück“ ein, dessen Entwurf er bereits im Revolutionsjahr 1789 verfasst hatte. Entgegen der verharmlosenden Bezeichnung bringt dieses „Blumenstück“ eine Kälte in den Text, die noch heutige Leser

nachhaltig zu erschrecken vermag. Es ist die „Rede des toten Christus vom Weltgebäude herab, dass kein Gott sei“.

Im Anschluss an den Bericht vom nächtlichen Friedhofsbesuch seines Helden erzählt Jean Paul einen Albtraum. Schon im ersten Satz entschuldigt sich der Autor: „Das Ziel dieser Dichtung ist die Entschuldigung ihrer Kühnheit“. Und er versichert dem Leser im Vorfeld schon sein eigenes Erschrecken über den Traum:

Ebenso erschrak ich über den giftigen Dampf, der dem Herzen dessen, der zum erstenmal in das atheistische Lehrgebäude tritt, erstickend entgegenzieht [. . .]. Das ganze geistige Universum wird durch die Hand des Atheismus zersprengt und zerschlagen [. . .]. Niemand ist im All so sehr allein als ein Gottesleugner – er trauert mit seinem verwaisten Herzen, das den größten Vater verloren, neben dem unermesslichen Leichnam der Natur [. . .]. Die ganze Welt ruht vor ihm wie die große, halb im Sande liegende ägyptische Sphinx aus Stein; und das All ist die kalte eiserne Maske der gestaltlosen Ewigkeit.<sup>1</sup>

Jean Paul wirft pädagogische Erwägungen für sein literarisches Wagnis in die Waagschale:

Auch habe ich die Absicht, mit meiner Dichtung einige lesende oder gelesene Magister in Furcht zu setzen, da wahrlich diese Leute jetzo [. . .] das Dasein Gottes so kaltblütig und kaltherzig erwägen, als ob vom Dasein des Kraken und Einhorns die Rede wäre.<sup>2</sup>

Aber keine entschuldigende Vorbemerkung, keine pädagogische Begründung nimmt der Traumerzählung ihren Schrecken. Der Autor erinnert sich:

Ich lag an einem Sommerabende vor der Sonne auf einem Berge und entschlief. Da träumte mir, ich erwachte auf dem Gottesacker. Die abrollenden Räder der Turmuhr, die eilf Uhr schlug, hatten mich erweckt. Ich suchte im ausgeleerten Nachthimmel die Sonne, weil ich glaubte, eine Sonnenfinsternis verhülle sie mit dem Mond. Alle Gräber waren aufgetan, und die eisernen Türen des Gebeinhauses gingen unter unsichtbaren Händen auf und zu. An den Mauern flogen Schatten, die niemand warf, und andere Schatten gingen aufrecht in der bloßen Luft. In den offenen Särgen schlief nichts mehr als die Kinder. [. . .] Alle Schatten standen um den Altar, und allen zitterte und schlug statt des Herzens die Brust. [. . .] Jetzo sank eine hohe edle Gestalt mit einem unvergänglichen Schmerz aus der Höhe auf den Altar hernieder, und alle Toten riefen: ‚Christus! ist kein Gott?‘. Er antwortete: ‚Es ist keiner.‘ Der ganze Schatten jedes Toten erbebt [. . .]. Christus fuhr fort: ‚Ich ging durch die Welten, ich stieg in die Sonnen und flog mit den Milchstraßen durch die Wüsten des Himmels; aber es ist kein Gott. Ich stieg herab, soweit das Sein seine Schatten wirft, und schauete in den Abgrund und rief: ‚Vater, wo bist du?‘ aber ich hörte nur den ewigen Sturm, den niemand regiert, und der schimmernde Regenbogen aus Wesen stand ohne Sonne, die ihn schuf, über dem Abgrunde und tropfte hinunter. Und als ich aufblickte zur unermesslichen Welt nach dem göttlichen Auge, starrte sie mich mit einer leeren Augenhöhle an; und die Ewigkeit lag auf dem Chaos und zernagte es und wiederkäuete sich. – Schreiet fort, Misstöne, zerschreiet die Schatten; denn Er ist nicht!‘ Die entfärbten Schatten zerflatterten, wie weißer Dunst, den der Frost gestaltet, im warmen Hauche zerrinnt; und alles wurde leer. Da kamen, schrecklich für das Herz, die gestorbenen Kinder, die im Gottesacker erwacht waren, in den Tempel und warfen sich vor die hohe Gestalt am Altare und sagten: ‚Jesus! haben wir keinen Vater?‘ – Und er antwortete mit strömenden Tränen: ‚Wir sind alle Waisen, ich und ihr, wir sind ohne Vater.‘ Da kreischten die Mißtöne heftiger – die zitternden Tempelmauern rückten auseinander – und der Tempel und die

<sup>1</sup> Jean Paul (1987: 274 f.).

<sup>2</sup> Jean Paul (1987: 275).

Kinder sanken unter – und die ganze Erde und die Sonne sanken nach – und das ganze Weltgebäude sank mit seiner Unermesslichkeit vor uns vorbei – und oben am Gipfel der unermesslichen Natur stand Christus und schauete in das mit tausend Sonnen durchbrochene Weltgebäude herab [...].<sup>3</sup>

Erleichtert schildert Jean Paul sein Erwachen:

Meine Seele weinte vor Freude, daß sie wieder Gott anbeten konnte – und die Freude und das Weinen und der Glaube an ihn waren das Gebet. [...] und von der ganzen Natur um mich flossen friedliche Töne aus, wie von fernen Abendglocken.<sup>4</sup>

Andere Texte hätten diesen Beitrag einleiten können, Texte, die schon vor Jean Paul die Botschaft verkünden (oder zumindest andeuten): Gott ist tot. Die französische Aufklärung ging in Texten wie dem „L’homme machine“ La Mettries und seiner These, dass der Mensch einschließlich dessen, was man einmal seine Seele nannte, nur das Räderwerk einer mehr oder weniger komplizierten Maschine sei, bereits bis ans Ende.<sup>5</sup> Und eine andere Traumerzählung, „Rêve de d’Alembert“ („D’Alemberts Traum“) von Denis Diderot, in dem Existenz nach dem Tod nur noch als Transformation in andere Zustände der Materie gedacht wird, ist bereits atheistischer Materialismus in Reinform.<sup>6</sup>

Wenn Historiker, Kulturhistoriker und Kunsthistoriker die Moderne mit der Aufklärung beginnen lassen, dann auch wegen dieser erst jetzt ganz gewonnenen Möglichkeit, eine gottlose Welt zu denken und zu erleben. Wenn nicht La Mettrie, Diderot und keiner der anderen radikalen französischen Aufklärer an den Beginn dieses Aufsatzes gestellt wurde, sondern das befremdliche „Blumenstück“ aus Jean Pauls *Siebenkäs*, dann des Schocks wegen, mit dem bei Jean Paul die Vision einer gottverlassenen Welt in das zumindest nach außen hin beschauliche Kuhschnappel einbricht. Insofern die ästhetische Inszenierung des Schocks ihrerseits ein Signum der Moderne ist, darf Jean Pauls „Rede des toten Christus vom Weltgebäude herab, dass kein Gott sei“ in zweifacher Hinsicht als ein Gründungstext der Moderne gelten.

Wenn also Atheismus und Moderne miteinander zu tun haben, und sie haben miteinander zu tun, dann ist das Phänomen einer genuin modernen christlichen Kunst nicht selbstverständlich, wenn man es nicht als Rückzugsgefecht des Christentums in und vor der Moderne, sondern als lebendige und für beide fruchtbare Begegnung beschreiben will.

## „Gültige Gestalt aus der Kraft der Not“

Die Krisen, in die die Aufklärung das Christentum geführt hatte, waren zugleich die Geburtswehen eines neuen, eines modernen Christentums. Der Reichtum der Amtskirche war ein Hauptangriffsziel der Aufklärung gewesen und der aufklärerische Vorwurf, Religion im Allgemeinen, die christliche Religion im Besonderen sei Priesterbetrug, beinhaltete immer auch den Vorwurf, dass dieser Priesterbetrug von ökonomischen Absichten getragen sei und der Stabilisierung von Herrschaftsverhältnissen diene. In der Französischen Revolution kehrten sich die Verhältnisse um. Die Kirchengüter wurden verstaatlicht; Robespierre führte den Kult des „Höchsten Wesens“ ein, ein aufklärerischer Religionsersatz,

<sup>3</sup> Jean Paul (1987: 276–278).

<sup>4</sup> Jean Paul (1987: 279 f.).

<sup>5</sup> Vgl. La Mettrie (1774: III).

<sup>6</sup> Vgl. Diderot (1875).

der dem Gespenst des Christentums den Garaus machen sollte. So geschah es, dass der Katholizismus im katholischen Frankreich zumindest zeitweise in den Untergrund gedrängt wurde, bevor Napoleon aus politischer Berechnung wieder Zugeständnisse an die christliche Tradition und an die römische Kirche machte.

Von einer dieser Stätten, an denen die katholische Kirche wieder in den Untergrund zurückkehrte, aus dem sie in der Antike aufgestiegen war, sei kurz die Rede. Als die Pariser Revolutionäre den König aufs Schafott gebracht hatten und als die antikirchliche Stoßrichtung der Revolution offenkundig wurde, erhoben sich die der Krone und der Kirche treuen Bauern der Vendée unter Führung von Landadeligen. Es kam zum Bürgerkrieg, in dem die anfänglich unterschätzten Aufständischen unerwartete Erfolge erzielten. Zur Strafe und zur Abschreckung sandte die französische Zentralregierung die „Colonnes infernales“ des Generals Turreau, die gnadenlos die Dörfer verwüsteten und Männer, Frauen und Kinder hinschlachteten. Vor dieser Todesschwadron flohen Viele und verbargen sich im Wald von Grasla. In diesem damals unerschlossenen Waldgebiet lebten von Januar bis zum Sommer des Jahres 1794 2.000 Menschen unter kaum vorstellbaren Bedingungen. Aus Holz, Lehm und Schilf bauten sie für sich und ihre Tiere Hütten, in denen sie nicht nur die Entdeckung durch die Revolutionstruppen, sondern neben den Unbilden des Wetters auch die zahlreichen Schlangen zu fürchten hatten.

Diese Siedlung inmitten des Waldes ist heute teilweise rekonstruiert worden. Rekonstruiert wurde auch das sakrale Zentrum dieser Siedlung; eine Lichtung mit grob gezimmerten Holzbänken für die Gläubigen; ein Holzversschlag, der auf die Lichtung hin geöffnet ist, mit einem einfachen Kreuz auf dem Dachfirst (Abb. 1); eine schlichte Holzkiste als Altar (Abb. 2).

Es führt kein direkter Weg von dieser Notkirche im Wald von Grasla hin zu dem neuen Armutsideal, dem sich zahlreiche Kirchenbauten des 20. Jahrhunderts verpflichtet fühlen werden. Einen indirekten Weg gibt es freilich sehr wohl. Durch solche und andere Manifestation eines im Untergrund gelebten Christentums konnte man sich dem Anfang wieder ganz nahe fühlen. Das Frühchristentum, staatlich verfolgt, im Untergrund praktiziert; eine Religiosität ohne aufwändige Kirchenbauten, eine Religiosität, deren Armut ihren Reichtum ausmacht – dieses ferne Ideal hatten Not und Unterdrückung wieder nahe gebracht.

Für zahlreiche Kirchenbauten der Jahre nach 1945 wird dieses Ideal zum Leitbild werden. „Notkirchen“ stiegen zum Ausdruck eines neuen, von Leid, Zerstörung und Schuld geprägten religiösen Selbstverständnisses auf. Otto Bartning, der ab 1948 im Rahmen des von Spenden aus den USA und der Schweiz finanzierten „Notkirchenprogramms“ in Fertigbauweise 47 Notkirchen in Deutschland errichtete (Abb. 3, 4), betonte die Gültigkeit und Dauerhaftigkeit des Vorläufigen:

Jede echte Kirche ist Bekenntnis und Überwindung der inneren Not. Diese hier sind zugleich Bekenntnis der äußeren Not. Also nicht Notbehelf, sondern Notkirche in zwiefachem Sinne.<sup>7</sup>

Mit den Trümmersteinen des Bombenkrieges fachte die selbstlos ihren Anteil am Bau der Kirche leistende Bevölkerung das vorgefertigte und montierte Holzgerüst der Notkirchen Otto Bartnings aus. Die Nutzung des Trümmermaterials war ein Gebot der Sparsamkeit, es war für Bartning darüber hinaus das Material, das denen zukomme, die als „Kenner der Wüste, der äußeren wie der inneren“ eine neue Gemeinschaft bilden, sich „in

<sup>7</sup> *Die 48 Notkirchen in Deutschland* (1949: o. S.).



Abb. 1: Wald von Grasla, Kirche und Bankreihen, 1794, Rekonstruktion



Abb. 2: Wald von Grasla, Kirche (Altar), 1794, Rekonstruktion



Abb. 3: Otto Bartning, Köln-Mühlheim, Notkirche, 1949



Abb. 4: Otto Bartning, Notkirche im Aufbau

der Wüste [...] ein Zelt bauen“ wollen. Insofern steht der Trümmerstein für das Vorläufige, das Provisorische, den armseligen Anfang, und eben deshalb ist das Vorläufige auch das Bleibende: „Wir wissen, daß Notkirche nicht notdürftigen Behelf, sondern neue und gültige Gestalt aus der Kraft der Not bedeutet.“<sup>8</sup>

Schon die frühe Verwertung der Trümmersteine war also mit Bedeutung aufgeladen; die Bruchsteine aber, aus denen die 1967, ein Jahr vor Emil Steffanns Tod, fertiggestellte Hedwigskirche in Köln-Höhenhaus gemauert wurde, konnten gewiss nicht mehr von einem nahe gelegenen Trümmerhaufen herangeschafft werden (Abb. 5). Der Trümmerstein war zu einem erlesenen Baumaterial geworden. Für den vom Protestantismus zum Katholizismus konvertierten Architekten Emil Steffann war die „Armut“, die in „Schutt und Trümmern“ der Städte der Nachkriegszeit begegnete, ein Wert, den es zu erkennen und zu nutzen galt:

Betonbrocken, Mauer- und geborstene Natursteine könnten zum lebendigen Gewand eines Neuen werden, welches die Zerstörungen, die uns trafen, nicht einfach fortschafft, sondern überwindet. Ein Neues müßte auferstehen, welches dem großen Anruf nicht ausweicht, das in der Armut gründet [und das den; d. Verf.] auch heute noch in ihr verborgenen Adel findet, die Arm-Seligkeit in des Wortes ursprünglicher, ganz neuer, beglückender Bedeutung.<sup>9</sup>



Abb. 5: Emil Steffann, Köln-Höhenhaus, St. Hedwig, 1966–1967

<sup>8</sup> Bartning (1958: 100). Vgl. Körner (2008: 44).

<sup>9</sup> Steffann (1980: 107).





Abb. 6: Anne-Louis Girodet-Trioson, Bildnis Graf François René de Chateaubriand, Salon de 1810, Saint-Malô, Musée

### „Die Schönheiten der christlichen Religion“

Eine weitere Wurzel einer neuen christlichen Kunst (und einer neuen christlichen Spiritualität) ist die ästhetische Erfahrung des Heiligen. Graf François René de Chateaubriand (Abb. 6) würdigte literarisch den verzweifelten Kampf der Chouans – so nannte man die Aufständischen in der Vendée und in der Bretagne. Derselbe Chateaubriand war maßgeblich mitverantwortlich für eine neue ästhetisch formatierte Religiosität. 1802 erschien Chateaubriands Hauptwerk, *Le Génie du Christianisme ou Beautés de la Religion Chrétienne* (*Der Geist des Christentums oder Schönheiten der christlichen Religion*). Bezeichnend ist bereits der Buchtitel, weil er deutlich zu erkennen gibt, dass es dem Autor primär nicht darum zu tun war, auf gelehrte theologische oder philosophische Weise und schon gar nicht mit dogmatischen Argumenten die Überlegenheit des Christentums gegenüber anderen Religionen oder die Wahrheit der christlichen Offenbarung dem Atheismus gegenüber zu beweisen. Nicht die Wahrheit des Christentums wurde von Chateaubriand in den Vordergrund gestellt, sondern seine Schönheit. Chateaubriand zufolge ist das Christentum poetisch, natürlich, rührend, und ist solcherart stete Inspirationsquelle für die Künste.

Die Bibel würdigte Chateaubriand folglich auch und vor allem als Werk der Dichtung und stellte sie als solches weit über alles andere, auch über die Werke Homers.<sup>10</sup>

„Um mit der Regel zusammen das Beispiel zu geben“ und „gottlose Dichtungen und Romane mit frommen zu bekämpfen“<sup>11</sup>, fügte Chateaubriand seinem Traktat zwei Novellen ein: den *René*, der in bemerkenswerter Offenheit Schuld und Sühne einer inze-stuösen Bruder-Schwester-Liebe schildert (und in dem François René de Chateaubriand Autobiographisches mitverarbeitete); das zweite Exemplum frommer Literatur, die *Atala*, war bereits 1801 separat publiziert worden.<sup>12</sup> Die Geschichte der frommen Tochter eines Indianers und einer weißen Christin, die Atala der Muttergottes geweiht und zum Schwur ewiger Jungfräulichkeit gedrängt hatte, endet mit dem Selbstmord Atalas, der der unlös-bare Konflikt zwischen dem Schwur und ihrer Liebe zu dem Indianer Schaktas keinen anderen Ausweg lässt.

Zusammen unter anderem mit Jacques-Louis Davids „Krönung Napoleons“, dem Bild, das nur wenig abgemildert die Dúpierung des Papstes während der Krönungszeremonie in Notre-Dame memoriert, war in der Pariser Salonausstellung von 1808 ein Gemälde des Davidschülers Anne-Louis Girodet-Trioson zu sehen, der Chateaubriands Novelle zum Anlass nahm, eine „sentimentale Ikone“ zu malen (Abb. 7). Schaktas und ein Einsiedler tragen die schöne Tote zu Grabe. Die Bildformel, derer sich Girodet für sein Gemälde bediente, ist die traditionelle Bildformel der Grablegung Christi. Die Selbstmörderin war zur Märtyrerin in einem neuen Heiligenbild aufgestiegen, und zum Ort der Verehrung war die Kunstaussstellung und das Museum geworden.

Ein deutscher Dichter vollzog noch vor Chateaubriand in einem Roman die Neugeburt des Christentums aus dem Geist der Ästhetik. Ludwig Tiecks Romanfragment *Franz Sternbalds Wanderungen* von 1798 schildert den Weg eines jungen Malers zum seinem Ideal einer neuen und wahreren christlichen Kunst. Er ist Schüler Albrecht Dürers in Nürnberg; später verlässt er den Meister, um zuerst eine Reise in die Niederlande und dann nach Italien zu unternehmen. Vor seiner Italienreise malt er für die Kirche seines Heimatdorfes ein Bild der Verkündigung Mariä. In der Sonntagsmesse, während der die Gemeinde erstmals das neue Altarbild sehen kann, wird Franz Sternbald von seinem eigenen Werk zutiefst ergriffen.

Franz [...] erstaunte über die Schönheit und rührende Bedeutsamkeit seiner Figuren, sie waren nicht mehr die seinigen, sondern er empfand eine Ehrfurcht, einen andächtigen Schauer vor dem Gemälde.<sup>13</sup>

Seine religiöse Ergriffenheit vor der eigenen Kunstschöpfung mündet in ein Bekenntnis zur Einheit von Kunst und Andacht:

Sternbalds Gemüt ward mit unaussprechlicher Seligkeit angefüllt, er empfand zum ersten Male den harmonischen Einklang aller seiner Kräfte und Gefühle, ihn ergriff und beschirmte der Geist, der die Welt regiert und in Ordnung hält, er gestand es sich deutlich, wie die Andacht der höchste und reinste Kunstgenuß sei, dessen unsere menschliche Seele nur in ihren schönsten und erhabensten Stunden fähig ist.<sup>14</sup>

<sup>10</sup> Vgl. Chateaubriand (1879: 313 ff.).

<sup>11</sup> Zitiert nach *Kindlers Literaturlexikon* (1974: 3844).

<sup>12</sup> Vgl. Chateaubriand (1962: 3–82).

<sup>13</sup> Tieck (1966: 71).

<sup>14</sup> Tieck (1966: 72).



Abb. 7: Anne-Louis Girodet-Trioson, Das Begräbnis der Atala, Salon von 1808, Paris, Musée du Louvre

Italien wird für Franz Sternbald dann zur großen Gefährdung, schließlich aber der Ort der künstlerischen und religiösen Reife.

In der Nachschrift zum ersten Teil des Romans verwies Tieck auf die im Vorjahr erschienenen *Herzenergießungen eines kunstliebenden Klosterbruders* Wilhelm Heinrich Wackenroders. Dieses Buch ist fundamental für die neue religiöse Malerei, wie sie das frühe 19. Jahrhundert ins Werk setzen wird. „Ich vergleiche den Genuß der edleren Kunstwerke dem Gebet“, so eine der programmatischen Aussagen.<sup>15</sup> Wackenroders Buch enthält den „Brief eines jungen deutschen Malers in Rom an seinen Freund in Nürnberg“. Tieck reklamiert in seiner Nachschrift diesen Text für sich; die Forschung schwankt in der Zuschreibung des Textes an Tieck oder an Wackenroder. Bezüglich der Frage nach der neuen ästhetischen Konzeption des Christentums ist signifikant, dass in diesem Brief eine Konversion zum Katholizismus beschrieben wird – eine Konversion bewirkt durch Schönheit und Liebe: durch Schönheit der und Liebe zur Kunst Raffaels, durch Schönheit der und Liebe zur Verlobten und durch die Schönheit der Liturgie. Aus Liebe zu Raffael und zur schönen Marie und erschüttert durch die ästhetische Macht einer lateinischen Messe bekehrt sich der junge Nürnberger Maler vom Luthertum zum Katholizismus:

Franz schwärmt von den „verklärten Angesichtern Raffaels“. Hätte er sie schon in Nürnberg sehen können, „so wäre ich gewiss in meine Knie gesunken und hätte meine ganze

<sup>15</sup> Wackenroder (o. J.: 79).

junge Seele in Andacht, Tränen und Anbetung aufgelöst“.<sup>16</sup> Es ist denn auch der Blick der geliebten Marie, deren „Züge [er] in den besten Gemälden aufgesucht und sie immer bei meinen liebsten Meistern gefunden“,<sup>17</sup> es ist ihre Bitte an ihn, „zum alten wahren Glauben zurückzukehren“,<sup>18</sup> es ist die großartige Architektur des Pantheons in Rom, es ist die Kirchenmusik, und es ist ein Kreuzigungsgemälde, die Franz zu Boden zwingen.

Ich konnte der Gewalt in mir nicht widerstehen: – ich bin nun, teurer Sebastian, zu jenem Glauben hinübergetreten, und ich fühle mein Herz froh und leicht. Die Kunst hat mich allmächtig hinübergezogen, und ich darf wohl sagen, daß ich nun erst die Kunst so recht verstehe und innerlich fasse.<sup>19</sup>

Der letzte Satz fasst alles zusammen. Kunst macht fromm, und nur wer fromm ist, versteht die Kunst und heißt mit Recht Künstler.

Einige Künstler haben diese literarische Konversion, bewirkt durch die Allmacht der Kunst, tatsächlich auch vollzogen. 1813, in Rom, trat Friedrich Overbeck zum Katholizismus über (Abb. 8). Ihm tat es Wilhelm von Schadow nach, derjenige, der später als Direktor so entscheidend die Düsseldorfer Kunstakademie prägen wird. 1814, ein Jahr nach seinem Freund Overbeck, konvertierte Wilhelm von Schadow zum Katholizismus (Abb. 9). Soweit musste man nicht gehen. Schließlich sind Protestanten keine Heiden. Der Maler Julius Schnorr von Carolsfeld vertrat im Kreis der Nazarener die evangelische Position. Auch für ihn stand die Wiederbelebung der Kunst Raffaels gleichermaßen und ungeschieden für die Erneuerung der Kunst und für eine neue Frömmigkeit (Abb. 10, 11). Diese Malergruppe der Nazarener setzte das literarische Künstlerbild, wie es Wackenroder und Tieck konzipiert hatten, in künstlerische Praxis und in gelebtes Künstlertum um. 1806 hatten sich die jungen Akademiesthüler Friedrich Oberbeck und Franz Pforr in Wien kennengelernt. Mit Blick auf ihr Ziel einer Erneuerung der religiösen Kunst gründeten sie 1809 nach dem Vorbild christlicher Orden den Lukasbund, und als sie im folgenden Jahr 1810 nach Rom übersiedelten, ließen sie sich denn auch folgerichtig in einem Kloster, dem Kloster von S. Isidoro auf dem Pincio, nieder. In Rom schlossen sich weitere deutsche Maler dem Lukasbund an: unter anderem Peter Cornelius, der spätere erste Direktor der neugegründeten Düsseldorfer Kunstakademie, oder, wie erwähnt, sein Nachfolger im Direktorat der Düsseldorfer Akademie, Wilhelm von Schadow.

## Die Psychologisierung der religiösen Erfahrung

Die Maler William Holman Hunt, John Everett Millais und Dante Gabriel Rossetti sowie zwei weitere bildende Künstler und zwei Literaten gründeten 1848 in London die Pre-Raphaelite Brotherhood. Auch den Präraffaeliten war die Rückkehr zu früheren, heileren Zeiten der Kunst das erklärte Ziel. Nur gingen sie ein gutes Stück weiter zurück als die Nazarener. War Raffael der unumstrittene künstlerische Held der Nazarener, den sie mit dem deutschen Albrecht Dürer zu verbinden trachteten, so war für die Präraffaeliten Raffael und sein Zeitalter bereits eines der Dekadenz der Kunst. Rückkehr zur Kunst vor Raffael,

<sup>16</sup> Tieck (1966: 491).

<sup>17</sup> Tieck (1966: 491).

<sup>18</sup> Tieck (1966: 492).

<sup>19</sup> Tieck (1966: 494).



Abb. 8: Johann Friedrich Overbeck, Maria und Elisabeth mit Jesus und Johannes, 1825, München, Neue Pinakothek



Abb. 9: Wilhelm von Schadow, Die heilige Familie unter dem Portikus, 1819, München, Neue Pinakothek



Abb. 10: Raffael, Die Madonna mit dem Stieglitz, 1506, Florenz, Uffizien



Abb. 11: Julius Schnorr von Carolsfeld, Die heilige Familie, 1843 (?), Chemnitz, Kunstsammlungen



das war das Programm, und der Name Präraffaeliten sagt dies bereits hinreichend deutlich aus.

Zur Zeit der Gründung der Bruderschaft waren die Londoner Houses of Parliament im Bau (Abb. 12). Im Rahmen der allgemeinen Mittelalterbegeisterung, die im England dieser Jahre herrschte und wofür das neogotische Parlamentsgebäude geradezu programmatisch wurde, steht auch die Gründung der präraffaelitischen Bruderschaft. Daneben war es die Frührenaissance, die jetzt gegen die als zu wenig naiv und zu wenig aufrichtig erachtete Hochrenaissance ausgespielt wurde.



Abb. 12: Charles Barry, Augustus Northmore und Welby Pugin, London, Houses of Parliament, (1835 Wettbewerb) 1839–1860

Die Erneuerung der religiösen Kunst stand nicht so im Zentrum wie bei den Nazarenern, ein wichtiges Ziel war es für die Präraffaeliten aber sehr wohl. Dank ihrer Begeisterung für die Kunst vor der Hochrenaissance fanden sie in ihren Figurenzeichnungen zu einer neuen Strenge – auch zu einer neuen Strenge im kompositorischen Aufbau. Als Beispiel sei John Everett Millais' „Christus im Haus seiner Eltern“ (Abb. 13) genannt und gezeigt: Die strenge flächenparallele Platzierung der Figuren und der Hauptrequisiten und die forciert symmetrische Anordnung sind anschauliche Entsprechungen für das künstlerische und (ununterscheidbar davon) das religiöse Streben nach Aufrichtigkeit und Naivität.

Hinzu kommt ein neuer Realismus im Zugriff auf die religiöse Überlieferung und eine neue und innovative Ikonografie. Das Gemälde Millets stellt Jesus im Haus seiner Eltern vor Augen. Wir sehen Joseph, den heiligen Zimmermann, bei der Arbeit. An der Bretterwand hängen übliche Zimmermannswerkzeuge: Säge, Leiter, Zange, Nägel, Hammer und



Abb. 13: John Everett Millais, Christus im Haus seiner Eltern, 1849–1850, London, Tate Gallery

ein Dreieckslinal. Aber es hängt hier auch eine kleine Geißel, die man in einer Zimmermannswerkstatt üblicherweise nicht benötigt. Die Geißel macht nur Sinn im Vorausblick auf die Geißelung Christi. Und wenn man sich das klargemacht hat, dann erweisen sich auch einige der genannten Werkzeuge, wie Leiter und Nägel, als Symbole der künftigen Passion. Das Dreieckslinal wird man auf die Dreifaltigkeit beziehen müssen und der Schlitz in der Holzwand, exakt in der Mittelachse, verbindet sich mit dem quer genagelten kleinen Brettchen zu einer Kreuzform. Eine Vorahnung der Passion gibt schließlich die Bilderzählung. Jesus hat als braver Sohn seinem Vater bei der Arbeit geholfen. Dabei verletzte er sich an der linken Handinnenfläche. So schlimm kann die Wunde eigentlich nicht sein, dass sie die tiefste Betrübnis, die die neben Jesus kniende Maria empfindet, rechtfertigen würde. Doch die Muttergottes trauert deshalb, weil ihr im Anblick der verletzten Kinderhand die zukünftigen Wundmale des Gekreuzigten vor dem inneren Auge stehen. Und solches sieht auch der eine Schale tragende Knabe rechts. Sein Pelzkleidchen weist ihn als den noch kleinen Propheten Johannes den Täufer aus, und auch der Sehergabe des kleinen Johannes entgeht nicht der prophetische Charakter der Verletzung des Jesuskinds. Sein unsagbar trauriger Blick aus tief verschattetem Gesicht gibt seinem Empfinden deutlich Ausdruck. Das sind sehr neue Weisen, religiöse Inhalte zu vermitteln, und sie werden vermittelt von Figuren, von sehr individuellen Figuren, in einem durchaus – zumindest auf den ersten Blick – alltäglichen Kontext.

Wie weit die Individualisierung der biblischen Figuren und die Psychologisierung religiöser Erfahrung gehen konnten, verdeutlicht ein kleines Bildchen Dante Gabriel Rossettis (Abb. 14), gemalt zeitgleich mit Millais' eben beschriebenem Werk. Als Bildtitel („*Ecce Ancilla Domini*“) wählte Rossetti die demütige Antwort Mariens auf Gruß und Verkündigung des Engels. Die Bilderzählung fügt sich in ein sehr schmales Hochformat, ein Format, das der mädchenhaften Maria kaum Platz lässt, sie einengt und schon so ihr seelisches Bedrängnis anschaulich macht. Hilflos dem gegenüber, was mit ihr geschieht, drückt sie



Abb. 14: Dante Gabriel Rossetti, Ecce Ancilla Domini, 1849–1850, London, Tate Gallery

sich gegen die Wand. Die schmutzig weiße Farbe des Wandanstrichs, das fahle weiße Bettlaken, ihr weißes Nachthemd – all das visualisiert Hilflosigkeit. Das Weiß verweist gemäß traditioneller Farbsymbolik auf die Unschuld der Jungfrau, aber Mariens Unschuld erscheint im Bild als eine bedrohte Unschuld. (Nur beiläufig: Noch nie vorher hatte man die Verkündigungsmaria im Nachthemd gesehen!) Gabriel schwebt zwar als übernatürliches Wesen, aber entgegen der Geschlechtslosigkeit vieler älterer Verkündigungsendel ist Rossettis Engel ein durchaus viriler, gutaussehender junger Mann. Bedrohlich nahe ist er dem Bett der Jungfrau gekommen, und der Lilienstrauß, von dem er Maria den Stiel zukehrt, weist in Richtung ihres Geschlechts. Dass die Verkündigung an Maria, jener entscheidende Beginn des Erlösungswerkes, gleichsam als eine traumatische sexuelle Erfahrung sichtbar und die Ergebung Mariens in den göttlichen Willen dabei bildlich als beklemmende Ausweglosigkeit anschaulich wird, das macht das Außerordentliche dieses Bildchens Rossettis aus.

## Die Historisierung der religiösen Erfahrung

Die religiöse Bildkunst der Präraffaeliten steht im Zusammenhang mit einer religiösen Reformbewegung, der sich wichtige Vertreter der anglikanischen Hochkirche anschlossen. Das „Oxford Movement“ verfolgte das Ziel einer Erneuerung der Liturgie. Der Fluchtpunkt dieser Liturgiereform war wie die Kunstreform der Präraffaeliten rückwärts gewandt. Es ging um eine Wiederbelebung des mittelalterlichen Christentums und folgerichtig um eine Annäherung der anglikanischen Liturgie an die katholische.<sup>20</sup> Dass einer der Hauptvertreter des „Oxford Movement“, John Henry Newman, 1845 zum Katholizismus konvertierte und 1879 Kardinal der katholischen Kirche wurde, ist in diesem geistigen Klima nicht ganz überraschend.

Mit der religiösen Rückwendung zum Mittelalter, wie sie das „Oxford Movement“ vollzog, mit der künstlerischen Rückwendung zur Kunst vor 1500, wie sie sich im Werk der Präraffaeliten ereignete, schließlich mit dem neogotischen Baustil der Houses of Parliament ist die Historisierung von religiöser Erfahrung als eine der Bedingungen der Möglichkeit von moderner religiöser Kunst in den Blick gerückt.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts setzt das kunstgeschichtliche Phänomen ein, das wir als Historismus bezeichnen. Der Rückgriff auf traditionelle, insbesondere auf gotische Bauformen war gewiss keine exklusive Besonderheit des späteren 18. und 19. Jahrhunderts. Derartige Rückgriffe gab es vom 16. bis zum 18. Jahrhundert regelmäßig, und in England hielten sich gotische Formen vom Spätmittelalter bis zum 18. Jahrhundert fast kontinuierlich. Doch als kunsthistorisch reflektierte, als Aneignung von Geschichte auch ästhetisch gewürdigte und als solche gezielt eingesetzte künstlerische Strategie ist der Historismus mehr als die Fortführung älterer Historismen.

Horace Walpole schrieb mit seinem *Castle of Otranto* Literaturgeschichte. Dieser 1764 zuerst erschienene Roman, der schauerliche Begebenheiten auf einer mittelalterlichen Burg in Süditalien erzählt, ist der erste Schauerroman der Literaturgeschichte, die erste *gothic novel*. Dass der Erfinder der *gothic novel* auch eine entscheidende Rolle bei der historistischen Wiederholung der Gotik spielte, kann nicht überraschen. In Twickenham bei London ließ sich Horace Walpole ab 1749 mit Strawberry Hill eine romantische goti-

<sup>20</sup> Vgl. Metken (1973: 9 f.).

sche Ritterburg bauen, mit Zinnen, Fialen, auch mit forciert unregelmäßigem Grundriss – also mit allem, was für einen gebildeten Engländer des 18. Jahrhunderts als mittelalterlich gelten durfte (Abb. 15). Formen aus gotischen Sakralbauten wurden dabei bedenkenlos in den profanen Zweck überführt: So deckt ein reiches spätgotisches Fächergewölbe, wie es sich in Kapellen findet, die große Galerie, und das Vorbild der gotischen Chorschranken von Old St. Pauls wurde in Strawberry in Bücherschränke übersetzt (Abb. 16, 17).



Abb. 15: Twickenham, Strawberry Hill, 1749–1776 (linker Flügel 19. Jahrhundert)

Ab 1760 ließ Walpole das so genannte Kloster anbauen. Das „sakrale“ Herzstück, die an die Galerie anschließende „Kapelle“, diente als Hauptausstellungsraum von Walpoles Kunstsammlung. Ausgestellt waren Kuriositäten, antike Stücke und Gipsabgüsse der berühmtesten antiken Statuen. In den Kapellennischen sah man den Apoll vom Belvedere, den Antinous, die farnesische Flora und die Mediceische Venus.<sup>21</sup> Walpoles Aufstellung von antiken Bildwerken, und darunter von immer als ausgesprochen erotisch wahrgenommen Bildwerken wie der Mediceischen Venus in einer neogotischen „Kapelle“, findet ihre Entsprechung in einer erhabenen Imagination, die Walpoles Freund Thomas Gray wenig vorher (am 9. November 1758) William Mason brieflich übermittelte:

If you should led me into a superb Gothic building with a thousand cluster'd pillars, each of them half a mile high [. . .], and the windows full of red and blue Saints [. . .]; and I should find the Venus of Medici in person perk'd up in a long niche over the high altar, as naked as ever she was born, do you think it would raise, or damp my devotions?<sup>22</sup>

1772 stand Johann Wolfgang von Goethe vor der Fassade des Straßburger Münsters (Abb. 18, 19). Er, der an der klassischen Kunst Geschulte, erfuhr ein Offenbarungserlebnis vor dieser gotischen Fassade, die für ihn – irrtümlicher- und bezeichnenderweise – das Beispiel „Deutscher Baukunst“ schlechthin war.

<sup>21</sup> Vgl. Dobai (1974: 261).

<sup>22</sup> Zitiert nach Dobai (1974: 202 f.). Übersetzung: „Wenn Sie mich in ein grandioses gotisches Bauwerk führten, das errichtet ist mit Tausenden von Bündelpfeilern, von denen jeder eine halbe Meile hoch ist [. . .]; die Glasfenster voll mit roten und blauen Heiligenfiguren [. . .]; und ich sähe die Venus von Medici selbst in einer hohen Nische über dem Hochaltar stehen, so nackt, wie sie auf die Welt gekommen ist was meinen Sie: Würde das meine Frömmigkeit steigern oder dämpfen?“



Abb. 16: Twickenham, Strawberry Hill, Große Galerie, 1759–1763

Als ich das erste Mal nach dem Münster ging, hatt' ich den Kopf voll allgemeiner Erkenntnis guten Geschmacks. Auf Hörensagen ehrt' ich die Harmonie der Massen, die Reinheit der Formen, war ein abgesagter Feind der verworrenen Willkürlichkeiten gotischer Verzierungen. [...] Mit welcher unerwarteten Empfindung überraschte mich der Anblick, als ich davor trat! Ein ganzer, großer Eindruck füllte meine Seele, den, weil er aus tausend harmonisierenden Einzelheiten bestand, ich wohl schmecken und genießen, keineswegs aber erkennen und erklären konnte. Sie sagen, daß es also mit den Freuden des Himmels sei, und wie oft bin ich zurückgekehrt, diese himmlisch-irdische Freude zu genießen, den Riesengeist unsrer älteren Brüder in ihren Werken zu umfassen.<sup>23</sup>

Auch bei Goethe also die Verschmelzung von Transzendenz und Ästhetik. Und deutlicher wird das noch in einem drei Jahre später verfassten Text, der die Verbindung von religiöser und ästhetischer Andacht schon im Titel anspricht: „Dritte Wallfahrt nach Erwins Grabe im Juli 1775“. Den Baumeister des Straßburger Münsters – wir wissen, dass er nur einer der Baumeister des Münsters war –, Erwin von Steinbach, nannte Goethe in diesem Text den „heilige[n] Erwin“. Und er sprach vor dem Münster sein „Gebet“, das ein ästhetisches Glaubensbekenntnis ist: „Du bist Eins und lebendig, gezeugt und entfaltet, nicht zusammengetragen und geflickt [...]“.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Goethe (91981b: 10 f.).

<sup>24</sup> Goethe (91981a: 28).



Abb. 17: Twickenham, Strawberry Hill, Bibliothek, 1754

## Resümee

Die alte und nun wieder ganz neue Erfahrung von Armut und Verfolgung der christlichen Gemeinde, das neue Bündnis von Frömmigkeit und Kunst, die Psychologisierung und die Historisierung von Religiosität – diese Charakteristika, die sich gewiss ergänzen, in jedem Fall aber präzisieren ließen, haben gemeinsame Schnittmengen. Es waren innovative Ansätze, es waren moderne Ansätze. Eine derartige Aussage setzt sich allerdings in Widerspruch zu fast allen, die die moderne sakrale Kunst im 20. Jahrhundert publizistisch, institutionell oder als Künstler vorangetrieben und ins Werk gesetzt haben. Nazarenertum, Präraffaeliten, Historismus wurden zu Schimpfwörtern bei denjenigen, die sich für eine der Moderne angemessene Sakralkunst eingesetzt hatten, und noch für den überwiegenden Teil der neueren Sekundärliteratur ist die Distanzierung vom historistischen Stilkleid und von der Gefühlskultur der nazarenischen und präraffaelitischen Bildkunst die Bedingung der Möglichkeit einer neuen, einer modernen christlichen Kunst.

Diese Abgrenzung zu beschreiben ist eine wichtige Aufgabe der Kunstgeschichte. Auch und gerade wir, die wir heute die Aversion gegen das 19. Jahrhundert nicht mehr teilen können, die wir keine Vorbehalte mehr gegen die Malerei Overbecks oder Rossettis haben, wir, die wir inzwischen gegen bornierte Kommunalpolitiker um den Erhalt historistischer Bauten streiten, wir müssen die Ablehnung der religiösen Kunst des 19. Jahrhunderts durch die Schöpfer christlicher Architektur und Bildkunst im 20. Jahrhundert zumindest als historisches Faktum ernst nehmen. Es verdient aber auch ernst genommen, dass gleichwohl die im späten 18. und im 19. Jahrhundert gewonnenen Positionen zur Ausbildung einer modernen Frömmigkeit und damit entscheidend zur Ausbildung einer modernen Sakralkunst beigetragen haben. Und auch wenn die Kluft zwischen dem 19. Jahrhundert und den Neuerern des 20. Jahrhunderts auf den ersten Blick unüberwindbar scheint: Es füh-

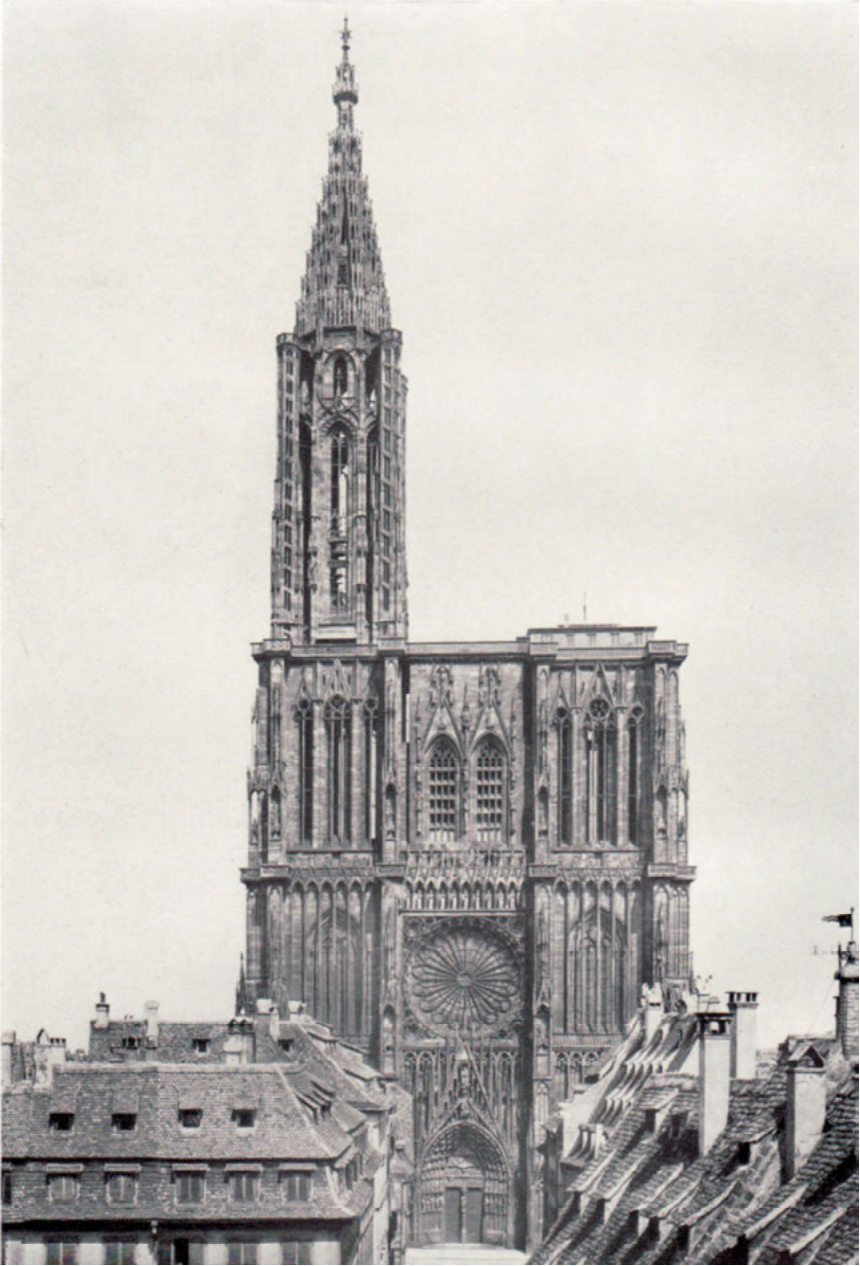


Abb. 18: Straßburg, Münster, Fassade, 1277–1439



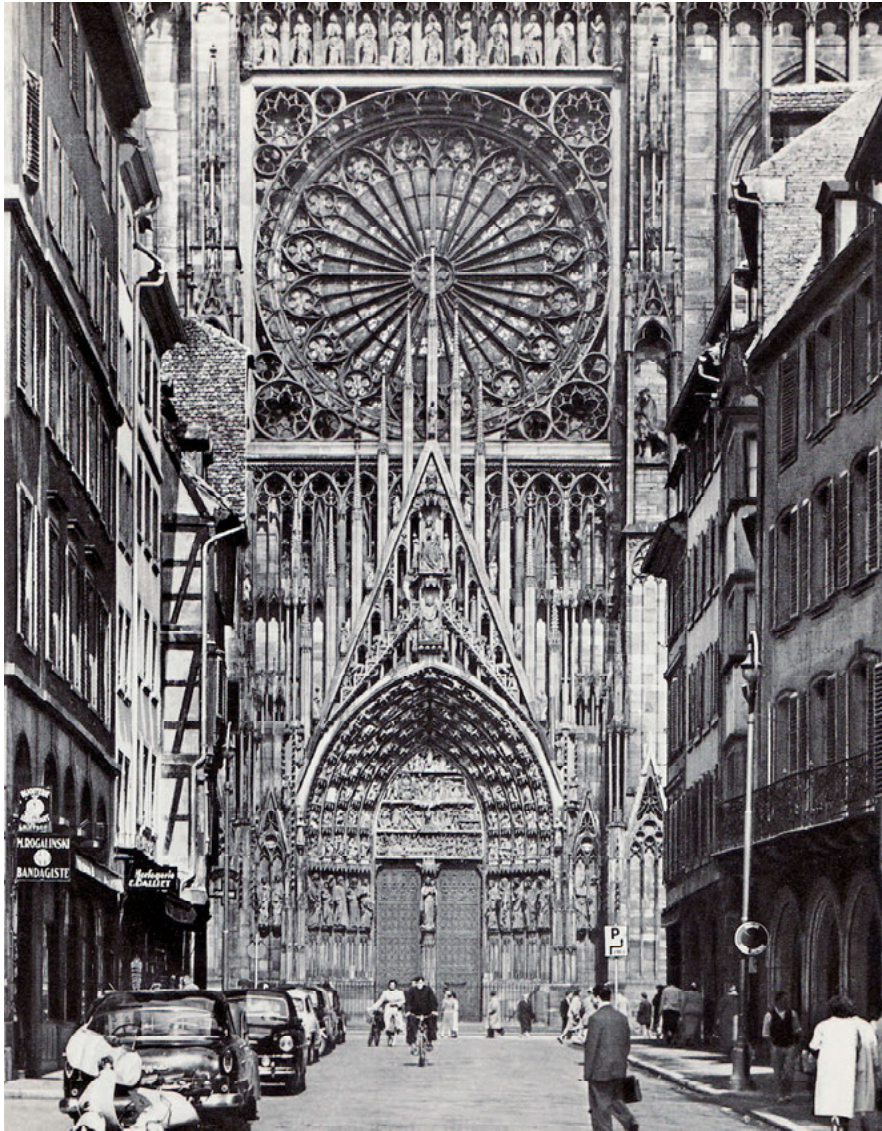


Abb. 19: Straßburg, Münster, Fassade, 1277–1439

ren Verbindungsstege vom 19. Jahrhundert zur Avantgarde des 20. Jahrhunderts – mehr Verbindungsstege, als es den meisten Historikern auf dem Gebiet der modernen Sakral-kunst bewusst war, und mehr, als vielen progressiven Kirchenarchitekten und Schöpfern religiöser Bilder lieb war.



Abb. 20: Dominikus Böhm, Köln-Riehl, St. Engelbert, 1930–1932



Abb. 21: Dominikus Böhm, Köln-Riehl, St. Engelbert, 1930–1932



Abb. 22: Dominikus Böhm, Köln-Riehl, St. Engelbert, 1930–1932

Dazu ein abschließendes Beispiel: St. Engelbert in Köln-Riehl – nahe dem Kölner Zoo – ist ein Hauptwerk des katholischen Kirchenbaumeisters Dominikus Böhm (Abb. 20, 21). Dieser 1932 vollendete Kirchenbau bedeutet für die Erzdiözese Köln, ja für die Weltkirche, einen Markstein in der Geschichte des modernen Sakralbaus. Gewölbe, die Parabolform haben und bis zum Boden herabgezogen sind, schaffen einen ungemein suggestiven Raumeindruck, in dem man eine geradezu paradigmatisch expressionistische Architektur erkannte. Der Architekt selbst war mit dieser stilgeschichtlichen Zuweisung keinesfalls einverstanden. Vehement verwarf er sich Dominikus Böhm dagegen, als Expressionist klassifiziert zu werden.<sup>25</sup> Demgegenüber bekannte sich Böhm explizit zu einer historistischen Formsprache. Um dem Vorwurf der Traditionslosigkeit zu begegnen, verwies Böhm bezüglich seines Kirchenbaus in Köln-Riehl ausdrücklich auf das Vorbild der spätantiken und mittelalterlichen Kunst. Die „herrlichen Vorbilder mittelalterlicher Baukunst“ führte Böhm zu seiner Rechtfertigung an. Er nannte bezüglich der gewählten Zentralbauform unter anderem die Hagia Sophia in Istanbul, und wie selbstverständlich bezog er sich auf

<sup>25</sup> Vgl. Brülls (1994: 113).

das Vorbild der rheinischen Romanik. Die geplante Kuppel sei „eine großzügige Weiterentwicklung der heimischen Kuppelformen“.<sup>26</sup>

Was Böhm's epochalen Kirchenbau von den genannten Bauten der Spätantike und des Mittelalters auch und vor allem unterscheidet, ist der forcierte Versuch, durch künstlerische Mittel Stimmungen zu evozieren. Eben so aber ging das 19. Jahrhundert mit den historischen Stilformen um. Stile waren zu Stimmungsträgern geworden. In fast schon beklemmender Weise versucht Böhm, in diesem Sakralbau mit architektonischen Mitteln direkt auf die Psyche des Gläubigen einzuwirken. So abwegig es erscheinen mag, zwei so gegensätzliche Phänomene, das befremdliche Verkündigungsbild Dante Gabriel Rossettis (Abb. 14) und den Innenraum von St. Engelbert (Abb. 22), gemeinsam zu nennen: Gemeinsam ist beiden, dass hier Schichten in der Psyche angesprochen werden, für die sich gewiss Sigmund Freud zuständig gefühlt hätte – Schichten, die die Konventionen religiöser Erfahrung und Empfindung auf Elementareres hin über- oder, wenn man will, unterschreiten. Und wenn man dann erfährt, dass Dominikus Böhm selbstverständlich davon ausging, dass man, um gute Kirchen bauen zu können, auch ein frommer Mensch zu sein habe („Ich baue, was ich glaube“), dann stellen sich auch Zusammenhänge her zu einem Verhältnis von Kunst und Frömmigkeit, das zurückreicht bis zu Goethes heiligem Erwin, Tiecks Franz Sternbald und den Nazarenern. In jedem Fall sollte, nachdem lange das Trennende fast ausschließlich in den Blick genommen wurde, in Zukunft auch das Verbindende zwischen der Sakralkunst des 20. Jahrhunderts und der seines Vorgängerjahrhunderts ernsthafter bedacht werden.

## Literatur

- BARTNING, Otto (1958). *Vom Raum der Kirche. Aus Schriften und Reden ausgewählt und eingeleitet von Alfred Siemon*. Bramsche bei Osnabrück. (Baukunst des 20. Jahrhunderts. Quellen und Monographien, Forschungen und Berichte; 2)
- BRÜLLS, Holger (1994). *Neue Dome. Wiederaufnahme romanischer Bauformen und antimoderne Kulturkritik im Kirchenbau der Weimarer Republik und der NS-Zeit*. Berlin und München.
- CHATEAUBRIAND, François René DE (1879). *Le Génie du Christianisme* (1802). Paris.
- CHATEAUBRIAND, François René DE (1962). „Atala“ (1801), in: François René DE CHATEAUBRIAND. *Atala, René*. Stuttgart, 3–82.
- DEHIO, Georg (<sup>2</sup>1941). *Das Strassburger Münster*. München.
- DIDEROT, Denis (1875). „Rêve de d'Alembert“ (1769), in: Denis DIDEROT. *Oeuvres complètes*. Herausgegeben von Jules ASSÉZAT und Maurice TOURNEUX. Bd. II. Paris, 122–181.
- Die 48 Notkirchen in Deutschland* (1949). Heidelberg.
- Die Nazarenen. Katalog der Ausstellung, Frankfurt am Main, Städtische Galerie im Städelschen Kunstinstitut* (1977). Frankfurt am Main.
- DOBAI, Johannes (1974). *Die Kunstliteratur des Klassizismus und der Romantik in England. Bd. I: 1700–1750*. Bern.
- Dominikus Böhm* (1962). München und Zürich.
- FUSSBROICH, Helmut (2005). *Architekturführer Köln. Sakralbauten nach 1900*. Köln.
- GOETHE, Johann Wolfgang VON (<sup>9</sup>1981a). „Dritte Wallfahrt nach Erwins Grabe im Juli 1775“, in: Johann Wolfgang VON GOETHE. *Goethes Werke, Hamburger Ausgabe*. Bd. XII: *Schriften zur Kunst. Schriften zur Literatur. Maximen und Reflexionen*. Textkritisch durchgesehen von

<sup>26</sup> Brülls (1994: 111 f.).

- Erich TRUNZ und Hans Joachim SCHRIMPF. Kommentiert von Herbert VON EINEM und Hans Joachim SCHRIMPF. München, 28–31.
- GOETHE, Johann Wolfgang VON (° 1981b). „Von deutscher Baukunst“ (1772), in: Johann Wolfgang VON GOETHE. *Goethes Werke, Hamburger Ausgabe*. Bd. XII: *Schriften zur Kunst. Schriften zur Literatur. Maximen und Reflexionen*. Textkritisch durchgesehen von Erich TRUNZ und Hans Joachim SCHRIMPF. Kommentiert von Herbert VON EINEM und Hans Joachim SCHRIMPF. München, 7–15.
- GOWING, Lawrence (1994). *Die Gemäldesammlung des Louvre*. Mit einer Einleitung von Michel LACLOTTE (1987 engl.). Köln.
- GROSS, Werner (1969). *Gotik und Spätgotik. Ein Umschau-Bildsachbuch*. Frankfurt am Main.
- HOLLEIN, Max und Christa STEINLE (Hrsg., 2005). *Religion Macht Kunst. Die Nazarener. Katalog der Ausstellung, Frankfurt am Main, Schirn Kunsthalle*. Köln.
- JEAN PAUL (1987). *Siebenkäs. Blumen-, Frucht- und Dornenstücke oder Ehestand, Tod und Hochzeit des Armenadvokaten F. St. Siebenkäs im Reichsmarktflecken Kuhschnappel* (1796/1817). Mit einem Nachwort von Hermann HESSE. Frankfurt am Main.
- Kindlers Literatur Lexikon* 9 (1974). München.
- KÖRNER, Hans (2008). „Nach 1945. Weiterentwicklung oder Neubeginn im modernen Kirchenbau?“, in: Hans KÖRNER und Jürgen WIENER (Hrsg.). *Frömmigkeit und Moderne. Kirchenbau des 20. Jahrhunderts an Rhein und Ruhr, Katalog der Ausstellung, Neuss, Clemens-Sels-Museum*. Essen, 35–54.
- LA METTRIE, Julien Offray DE (1774). „L’homme machine“ (1748), in: Julien Offray DE LA METTRIE. *Oeuvres philosophiques*. Bd. III. Amsterdam.
- Lexikon der Düsseldorfer Malerschule, Bd. III* (1998). München.
- METKEN, Günter (1973). „Die zornigen Viktorianer“, in: *Präraffaeliten. Katalog der Ausstellung, Baden-Baden, Staatliche Kunsthalle*. Baden-Baden, 9–12.
- OBERHUBER, Konrad (1999). *Raffaël. Das malerische Werk*. München u. a.
- PARRIS, Leslie (Hrsg., 3 1996). *The Pre-Raphaelites*. London.
- STEFFANN, Emil (1980). „Können wir noch Kirchen bauen?“ (1958), in: Gisberth HÜLSMANN *et al.* (Hrsg.). *Emil Steffann. Katalog der Ausstellung*. Bielefeld, Kunsthalle, 104–108.
- TIECK, Ludwig (1966). *Franz Sternbalds Wanderungen. Eine alteutsche Geschichte* (1798). Berlin.
- TOMAN, Rolf (Hrsg., 2000). *Klassizismus und Romantik. Architektur Skulptur, Malerei, Zeichnung. 1750–1848*. Köln.
- WACKENRODER, Wilhelm Heinrich (o. J.). „Herzensergießungen eines kunstliebenden Klosterbruders“ (1797), in: Wilhelm Heinrich WACKENRODER. *Werke und Briefe*. Berlin, 7–131.

## Abbildungsnachweis

- Abb. 1, 2: Archiv des Autors
- Abb. 3, 4: *Die 48 Notkirchen in Deutschland* (1949: o. S.)
- Abb. 5: Fußbroich (2005: 227)
- Abb. 6: Archiv des Autors
- Abb. 7: Gowing (1994: 634)
- Abb. 8: *Die Nazarener* (1977: 143)
- Abb. 9: *Lexikon der Düsseldorfer Malerschule* (1998: 181)
- Abb. 10: Oberhuber (1999: 59)
- Abb. 11: Hollein und Steinle (2005: 196)
- Abb. 12: Toman (2000: 35)

Abb. 13, 14: Parris (<sup>3</sup>1996: 79)

Abb. 15–17: Toman (2000: 37, 26, 27)

Abb. 18: Dehio (<sup>2</sup>1941: Abb. 1)

Abb. 19: Gross (1969: 91)

Abb. 20–22: *Dominikus Böhm* (1962: 273, 276, 277)

**Chronik der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**





# **ROLF WILLHARDT**

## **Chronik 2008/2009**

### **2008**

- 2. November „Tag der Forschung“. Unter dem Motto: „Wissen schafft Leben“ werden 150 Programmpunkte angeboten. 6.000 Besucher kommen auf den Campus.
- 3. November 8.00 Uhr: Dienstbeginn des neuen Rektors, Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper
- 4. November Beginn der Kinderringvorlesung. Motto: „Wie gewonnen, so zerronnen“ (organisiert von der Wirtschaftswissenschaftlichen und der Juristischen Fakultät)
- 5. November Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper stellt sich in der Vollversammlung der Studierenden vor.
- 6. November Festakt zum 80. Geburtstag von Univ.-Prof. em. Dr. Georg Strohmeyer (ehemaliger Direktor der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie)
- 6. und 7. November Fachtagung „Quo Vadis: Formen der Datenbankausbildung und -weiterbildung“ (Gesellschaft für Informatik; Tagungsleiter ist Univ.-Prof. Dr. Stefan Conrad, Institut für Informatik).
- 11. November Der Evolutionsbiologe Univ.-Prof. Dr. William Martin erhält einen „Advanced Grant“ des Europäischen Forschungsrates in Höhe von zwei Millionen €.
- 12. November Dr. Uta Müller wird mit dem Preis der Goethe-Buchhandlung für die Beste Dissertation der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät ausgezeichnet. Sie schrieb ihre Arbeit über Circus-Marketing.

13. November Der Dr. Meyer-Struckmann-Preis 2008 wird dem Literaturwissenschaftler und Linguisten Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Harald Weinrich für sein Lebenswerk verliehen.
17. November Diplom-Ingenieur (FH) Joachim Tomesch wird Leiter der neu geschaffenen Stabsstelle „Kommunikation“.
18. November Senat
18. November Festveranstaltung „10 Jahre Freundeskreis des Seminars für Kunstgeschichte“; Niklas Gliemann wird für seine Dissertation, Kai Hohenfeld für seine Magisterarbeit mit dem Preis des Freundeskreises ausgezeichnet.
18. November Einweihung der neuen Räume der Katholischen Hochschulgemeinde in der Merowingerstraße 170, nachdem sie das Zentrum in der Brinckmannstraße aufgeben musste.
24. November Die Universitäts- und Landesbibliothek schaltet ihren neuen Webauftritt frei.
25. November Der Aufsichtsrat des Universitätsklinikums Düsseldorf wählt Dr. Sieghardt Rometsch (Vorsitzender des Aufsichtsrates der HSBC Trinkhaus & Burkhardt AG) zu seinem neuen Vorsitzenden. Er tritt damit die Nachfolge von Dr. Helmut Mattonet (Ministerialrat im nordrhein-westfälischen Innovationsministerium) an.
26. November 6. Filmfest der Heinrich-Heine-Universität; 27 Kurzfilme werden gezeigt.
26. November Der Sonderforschungsbereich 612 „Molekulare Analyse kardiovaskulärer Funktionen und Funktionsstörungen“ (Sprecher: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Schrader) wird für weitere vier Jahre gefördert.
27. November Eröffnungsfeier der NRW-Forschungsschule BioStruct
27. November Auf Schloss Mickeln findet die notarielle Beurkundung zwischen der Schwarz-Schütte-Förderstiftung und der Universität zum Bau des „Oeconomicums“ statt. Die Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät wird mit 40 Millionen € gefördert.
2. Dezember Dr. Sonja Gust von Loh ist die erste Absolventin der Heinrich-Heine-Universität, die alle Stufen der neuen Studiengänge durchlaufen hat: Bachelor in Romanistik, Master in Informationswissenschaft und Sprachtechnologie, Promotion in Informationswissenschaft.

- 2. Dezember Unterzeichnung eines Fördervertrages für das Institut für Versicherungsrecht durch Vorstandsvorsitzende bedeutender Düsseldorfer Versicherungen
- 3. Dezember Das Graduiertenkolleg 1033 „Molekulare Ziele von Alterungsprozessen und Ansatzpunkte der Altersprävention“ wird mit mehr als 2,2 Millionen € bis 2013 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.
- 3. Dezember Personalversammlung der nichtwissenschaftlichen Beschäftigten
- 4. Dezember Dr. Kerstin Kempf (Deutsches Diabetes-Zentrum) erhält den Jühling-Preis. Der Jühling-Doktorandenpreis wird an Dr. Robert Schwenk verliehen.
- 5. Dezember Bundesverteidigungsminister Dr. Franz Josef Jung sagt kurzfristig aus Termingründen einen Vortrag über „Deutschlands Sicherheit und die Bundeswehr im 21. Jahrhundert“ in der Universität ab. Eingeladen hatte das Düsseldorfer Institut für Außen- und Sicherheitspolitik. Linke und autonome Gruppen hatten massive Proteste angekündigt.
- 5. Dezember Examenfeier Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät; Verleihung des Konrad Henkel-Examenspreises an Daniela Hochstein
- 9. Dezember Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper und Prof. Tadashi Sakamoto, Präsident der Kumamoto Gakuen University (Japan), unterzeichnen einen Kooperationsvertrag auf dem Gebiet der sozialwissenschaftlichen Altersforschung.
- 12. Dezember Examenfeier der Düsseldorf Business School in der Benrather Orange-rie; 19 Absolventen des Studiengangs „General Management“ erhalten ihre MBA-Urkunden.
- 12. Dezember Jubilarfeier für 62 Angehörige von Universität und Universitätsklinikum (25-jährige und 40-jährige Dienstjubiläen)
- 16. Dezember Antrittsbesuch von Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper bei Düsseldorf's Oberbürgermeister Dirk Elbers im Rathaus
- 17. Dezember Verleihung des Preises des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes an den iranischen Chemiestudenten Kameh Tajvidi
- 18. Dezember Das Familienberatungsbüro der Gleichstellungsbeauftragten veranstaltet erstmals einen „Väter-Brunch“.
- 19. Dezember In der Kinderkrebsklinik wird das erste Kind in einem Spezial-Magnetresonanztomografen behandelt. Das Gerät konnte durch eine Millionenspende der Elterninitiative Kinderkrebsklinik finanziert werden.

19. Dezember Die Hochschule erinnert in einer Pressemitteilung an die Umbenennung vor 20 Jahren. Am 20. Dezember 1988 stimmte der Senat für den Namen „Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf“.

## 2009

2. Januar Die Gleichstellungsbeauftragte präsentiert den neuen Kalender „VÄTERzeit 2009“ mit Fotos von Vätern und deren Kindern aus der Universität.
2. Januar Weißer Campus: 20 Zentimeter Neuschnee verwandeln seit Jahren Universität und Universitätsklinikum erstmals wieder für einige Stunden in eine Winterlandschaft.
6. Januar Mit einem Konzert in der Düsseldorfer Tonhalle feiert das Universitätsorchester sein 20-jähriges Bestehen.
11. Januar Ein Studierendenteam der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät, betreut von Univ.-Prof. Dr. Gert Rainer Wagner, gewinnt die Hauptrunde bei einem Fallstudienwettbewerb in Montreal, Kanada.
13. Januar Erster „Uni Talk“ des Düsseldorfer Instituts für Außen- und Sicherheitspolitik. Gastredner ist Dr. Lorenz Franken (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz).
14. Januar Erziehungsexperten aus dem Senegal und Burundi besuchen das Universitätssprachenzentrum.
15. Januar Die Bill and Melinda Gates Foundation unterstützt die Forschungen von Univ.-Prof. Dr. Peter Westhoff (Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen) zur Verbesserung der Reispflanze mit rund 544.000 €.
15. bis 23. Januar Ausstellung in der Personalkantine des Universitätsklinikums mit fünf Entwürfen zur künstlerischen Gestaltung der Eingangshalle des neuen Operativen Zentrums II.
16. Januar Auf einer Pressekonferenz stellen Universität und Industrie- und Handelskammer das Projekt „Career Service“ vor.
16. Januar Verleihung des MTZ-Award an den Diplom-Biologen André Heinen
16. und 17. Januar Gemeinsames Kolloquium der Heinrich-Heine-Universität (Seminar für Kunstgeschichte), des Zentrums für Internationales Kunstmanagement sowie der Düsseldorfer Kunstakademie zum Thema „Wert-Schätzung in den Künsten“

19. Januar Auf einer Pressekonferenz informiert der Reproduktionsmediziner Prof. Dr. Jan Krüssel („UniKid“) über die Schwangerschaft einer erfolgreich behandelten Krebspatientin. Der Fall sorgt für ein bundesweites Medienecho.
21. Januar Neujahrskonzert und Empfang des Rektors. Über 600 Gäste aus Politik, Stadt, Wirtschaft, Kultur und Wissenschaft kommen in den Henkel-Hörsaal. Der scheidende Rektor, Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch, wird mit einer Sondermedaille ausgezeichnet.
26. Januar Selma Meyer-Mentoring-Programm: 14 Mentees werden vom Rektor und der Gleichstellungsbeauftragten, Sanda Grätz, verabschiedet und 14 „Neue“ begrüßt.
27. Januar Senat
29. Januar HeinEcomp-Symposium: Mehr als zwei Dutzend verschiedene E-Learning-Projekte der Universität präsentieren sich.
30. Januar Die neuen Prorektoren bekommen ihre Ernennungsurkunden. Univ.-Prof. Dr. Lutz Schmitt (Biochemie) übernimmt das Amt des Prorektors für Forschung und Innovation, der Politologe Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann ist für Lehre und Studienqualität zuständig und Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer (Medizinische Mikrobiologie) für den Bereich Strukturentwicklung.
30. Januar Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät. 91 Doktorurkunden werden verliehen, zusätzlich noch elf „Goldpromovenden“ geehrt, die vor 50 Jahren den Titel in Düsseldorf erwarben.
1. Februar Das neue Rektorat nimmt seine Arbeit auf. Neuerung: Auch jeder der drei Prorektoren hat nun einen Persönlichen Referenten (PD Dr. Stephan Laux ist Persönlicher Referent des Rektors, PD. Dr. Thomas Bruhn von Prorektor Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer; Dr. Matthias Hendrichs von Prorektor Univ.-Prof. Dr. Lutz Schmitt und Dr. David H. Gehne von Prorektor Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann).
2. Februar An der Düsseldorf Business School eröffnet Geschäftsführer Univ.-Prof. Dr. Klaus-Peter Franz den neuen Studiengang „General Management“.
2. Februar Für ihre Arbeit „Über den Mythos der jüdischen Weltverschwörung“ erhält Heike Augustin den Antisemitismuspreis der Philosophischen Fakultät.

2. Februar Examensfeier der Philosophischen Fakultät; in Abwesenheit wird Dr. Wiebke Petersen mit dem Preis für die Beste Dissertation 2008 ausgezeichnet. Insgesamt erhalten 509 Absolventen ihre Abschlussurkunden.
2. Februar Die „Gründerstiftung“, 1998 von den Gründern der Biotech-Firma Qiagen eingerichtet, lässt der Universität mehr als 1,5 Millionen € für Forschungsprojekte zukommen.
3. Februar Der Romanist Univ.-Prof. Dr. Hans T. Siepe wird zum neuen Dekan der Philosophischen Fakultät gewählt.
3. Februar Unterzeichnung des Stipendienvertrages mit der Jost-Henkel-Stiftung; 13 Studierende werden für zwei Jahre gefördert.
4. Februar Die Gewerkschaften ver.di und VdLA kündigen im Tarifstreit für den 14. und 15. Februar Warnstreiks im Universitätsklinikum an. Vorstand und Personalvertretung schließen für diese Zeit eine Notdienstvereinbarung, um die reibungslose Patientenversorgung sicherzustellen.
4. Februar Die Zertifizierungsstelle der Ärztekammer Westfalen-Lippe übergibt dem Brustzentrum Düsseldorf I die Urkunde als erstes zertifiziertes Brustzentrum der Landeshauptstadt. Es besteht aus den Brustzentren der Universitäts-Frauenklinik und des Sana-Krankenhauses Gerresheim.
4. Februar Vergabe der Hort-Auslandsstipendien an Philipp Eisbrock, Lena Kleinkalmer und Christine Link
4. Februar Promotionsfeier der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Verleihung des Preises für die Beste Dissertation 2008 an Juniorprofessor Dr. Björn Scheuermann; insgesamt werden 92 Doktorurkunden verliehen.
4. bis 6. Februar Internationaler Kongress „Mexiko: kulturelle Migration – transatlantische Topografie“ im Goethe-Museum, organisiert von Univ.-Prof. Dr. Vittoria Borsò (Romanistik I)
6. Februar Konzert des UNICHORs zum 20-jährigen Bestehen des Vokalensembles in der Tonhalle
6. Februar Die Universität bekommt ein neues Graduiertenkolleg: „The dynamic response of plants to a changing environment“. Es ist als Kooperationsprojekt mit der Michigan State University (USA) angelegt und läuft über vier Jahre. Die Kosten von 2,8 Millionen € trägt die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Sprecher des Kollegs ist Univ.-Prof. Dr. Andreas Weber (Institut für Biochemie der Pflanzen).

6. Februar Die Biologin Dr. Indra Mainz sowie die Informatiker Dr. Dominik Mainz und Dr. Ingo Paulsen erhalten für ihren Existenzgründungsplan im Bereich der Bioinformatik vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie eine Zuwendung von 112.000 €.
13. Februar Jubiläumsveranstaltung „Zehn Jahre Institut für Rechtsfragen der Medizin“; über 100 Ärzte und Juristen nehmen daran im Haus der Ärzteschaft teil.
5. März Die Vortragsreihe „Universität in der Stadt – Forschung für den Menschen“ wird fortgeführt. Der Evolutionsbiologe Univ.-Prof. Dr. William Martin spricht über „150 Jahre Diskussion von Darwins Evolutionstheorie. Was glauben wir zu wissen, was wissen wir zu glauben?“
5. und 6. März Symposium des Graduiertenkollegs 1427 „Food constituents as triggers of nuclear receptor-mediated intestinal signalling“ (Sprecherin: Univ.-Prof. Dr. Regine Kahl)
5. bis 7. März Tagung „Nationalsozialismus und Erster Weltkrieg“ (Organisator: Univ.-Prof. Dr. Gerd Krumeich, Neuere Geschichte); parallel dazu findet eine Ausstellung im Foyer der Universitäts- und Landesbibliothek statt („Soldatenbilder 1914–1945“), konzipiert von Studierenden eines Projektseminars.
6. März Abflug des UNICHORs zu einer Tournee durch Brasilien. Chorleiterin Silke Löhr (Babypause) wird erstmals durch den Dirigenten und Komponisten Matthias Heep vertreten.
9. März Der Presse wird die Zentralapotheke des Universitätsklinikums vorgestellt. Der Neubau hat 9,5 Millionen € gekostet. Auch andere Krankenhäuser der Region können von der Kapazität her versorgt werden.
19. März Annika Thieme, Sonja-Marie Freitag und Iris Bruchman erhalten Stipendien der Deutschen Bank. Die Förderung in Höhe von 3.000 € jährlich erstreckt sich über drei Jahre.
20. März Prorektor Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann unterzeichnet für die Heinrich-Heine-Universität die Beitrittsurkunde zum „zdi-Projekt“ des Rhein-Kreises Neuss, mit dem Schulen, Hochschulen, Unternehmen und Politik der Region den naturwissenschaftlichen Unterricht stärken wollen.
23. März In der Universitäts- und Landesbibliothek werden neue Kopierkarten eingeführt.

25. März Verleihung des Hadding-Forschungspreises im Rahmen der Tagung des Biologisch-Medizinischen Forschungszentrums an den Bioinformatiker Dr. Gabriel Gelius-Dietrich
26. März 31. Jahrestagung der Gesellschaft für Pädiatrische Pneumologie. 450 Kinderärzte kommen auf den Campus.
26. März Prof. Dr. Giorgi Khubua, Präsident der Universität Tiflis, ist zu Gast bei Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper. Zwischen beiden Universitäten bestehen Kontakte durch Germanisten und Juristen. Geplant ist ein gemeinsamer Forschungsschwerpunkt „Interkulturelle Emotionsforschung“. 108 Studierende aus Georgien sind an der Heinrich-Heine-Universität eingeschrieben, das ist die achtgrößte Gruppe ausländischer Kommilitonen.
29. März Symposium zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr. Martin Morlok (Öffentliches Recht, Rechtstheorie und Rechtssoziologie) auf Schloss Mickeln. Thema: „Nutzen und Grenzen der Rechtsdogmatik“
30. März bis 3. April Aus Anlass des 60. Geburtstages von Univ.-Prof. Dr. Fritz Grunewald (Algebra und Zahlentheorie) findet in der Universität Oxford ein Symposium statt.
1. April Die Universitäten Düsseldorf, Bielefeld und Dortmund starten eine gemeinsame Doktorandenausbildung; das neue Graduiertenkolleg „Industrielle Biotechnologie“. 7,2 Millionen € stehen für 84 Plätze zur Verfügung.
7. April Die Gesellschaft von Freunden und Förderern der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf vergibt fünf Stipendien.
8. April Bürgermeisterin Dr. Marie-Agnes Strack-Zimmermann (FDP) besucht den neuen Rektor.
13. April Der Kardiologe Univ.-Prof. em. Dr. Dr. h.c. Franz Loogen feiert seinen 90. Geburtstag. Er ist nicht nur als Mediziner und Wissenschaftler bekannt und geschätzt. 1954 war er bei der Fußballweltmeisterschaft Mannschaftsarzt der deutschen Nationalelf.
23. April Die Uni-Theatergruppe ANÍMATEatro führt im Düsseldorfer Theatermuseum in spanischer Sprache das Stück „La casa de los siete balcones“ von Alejandro Casona auf.



24. April Großveranstaltung „Tanz aus der Reihe“ im Düsseldorfer Schauspielhaus (23.00 bis 4.30 Uhr). Organisatoren sind die Sportreferate der Düsseldorfer Hochschulen sowie der Hochschulsport der Universität Duisburg-Essen.
25. April Parkinson-Patientenseminar (Neurologische und Neurochirurgische Kliniken des Universitätsklinikums)
25. April Frühlingspflanzenbörse. Über 1.000 Besucher kommen in den Botanischen Garten.
27. April Die Romanistin Dr. des. Yasmin Temelli erhält den drupa-Preis 2009 für ihre Arbeit *Zwischen Anpassung und Widerstand – Manifestationen weiblicher Stimmen im Porfiriat. Eine Analyse von sechs Frauenpublikationen*.
29. und 30. April Vasynkon-Konferenz, Veranstalter ist der Gefäßchirurg Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Sandmann.
4. Mai Die Heinrich-Heine-Universität wird vom nordrhein-westfälischen Innovationsministerium 2009 mit 540.000 € für ihren Einsatz zur Erhöhung des Frauenanteils bei den Professuren (ohne Medizin) honoriert. Die Heinrich-Heine-Universität gehört damit in Nordrhein-Westfalen zu den drei Hochschulen mit den höchsten Zuwendungen.
4. Mai Eröffnung des Studierenden-Service-Centers im Erdgeschoss von Verwaltungsgebäude 16.11 (Umbaukosten: 100.000 €). Das Center hat wochentags zwischen 8 und 18 Uhr geöffnet, ein Novum in Nordrhein-Westfalen.
5. Mai Preis der Goethe Buchhandlung für die Beste Dissertation Jura, eine Arbeit im Medizinrecht, an die Richterin Dr. Alexandra Dany
6. Mai Univ.-Prof. em. Dr. Günter Gattermann, ehemaliger Direktor der Universitäts- und Landesbibliothek, feiert seinen 80. Geburtstag.
6. Mai Campus-Streitgespräch der *Rheinischen Post* zum Thema „10 Jahre Bologna“
6. Mai Eröffnung der Totentanz-Ausstellung im Foyer der Universitäts- und Landesbibliothek: „Narren – Masken – Karneval“
6. und 7. Mai Internationaler Kooperationsworkshop zum Hochleistungsrechnen im Zentrum für Informations- und Medientechnologie

11. Mai Symposium zu Ehren von Altrector Univ.-Prof.Dr.Dr. Alfons Labisch. Thema: „Vom Nutzen der Wissenschaft für das Leben: Lebenswissenschaften“
12. Mai Senat
12. Mai Kolloquium über Bibliotheksbauten in der Universitäts- und Landesbibliothek („Architektur des Wissens“); über 100 Fachleute aus ganz Deutschland tauschen Erfahrungen und Pläne aus.
13. Mai Vertragsunterzeichnung zwischen der Universität und der Hannoveraner Software-Firma MACH AG. Die Hochschule erwirbt eine Campuslizenz, um sie bei der Einführung der kaufmännischen Buchführung einzusetzen.
15. Mai Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät: Den Konrad-Henkel-Examenspreis (2.500 €) teilen sich Olaf Jäntsich und Ansgar Kernder.
15. und 16. Mai Frühjahrstagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin im Universitätsklinikum mit 150 Teilnehmern; zentrales Thema: die „ärztliche Leichenschau“. Eröffnet wird die von Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme organisierte Veranstaltung von der nordrhein-westfälischen Justizministerin Roswitha Müller-Piepenkötter.
15. und 16. Mai Abschiedssymposium für Univ.-Prof. em. Dr. Hans Georg Bender, den langjährigen Direktor der Universitätsfrauenklinik
20. Mai „Walk with the Professor“: Zum Welthypertonietag lädt Univ.-Prof. Dr. Lars Christian Rump (Direktor der Klinik für Nephrologie) zu einem informativen Spaziergang mit ihm und seinem Ärzteteam ein. Zahlreiche Düsseldorfer machen mit.
20. Mai Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart unterzeichnet in Atlanta (USA) gemeinsam mit dem NRW-Cluster „Industrielle Biotechnologie 2021“ einen Kooperationsvertrag zwischen dem Georgia Institute of Technology und den Universitäten Düsseldorf, Dortmund, Bielefeld, der Technischen Universität Dortmund und dem Forschungszentrum Jülich.
21. Mai Kurzfristig angesagte Pressekonferenz mit dem Leiter des Düsseldorfer Gesundheitsamtes, Prof. Dr. Heiko Schneitler, und Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie). Thema: die sich rasant ausbreitende „Schweinegrippe“ (Virus H1N1). Neben dem bereits am 20. Mai bestätigten Fall einer 43-jährigen Frau steht nun fest, dass auch ihr Mann (40) und eines der beiden Kinder (6) infiziert sind. Die Patienten befinden sich auf der Isolierstation der Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie des Universitätsklinikums Düsseldorf (Station MX 1).

24. Mai Auch Exponate aus der Heinrich-Heine-Universität sind im Ausstellungszug „Expedition Zukunft“ zu sehen, der für eine Stunde im Düsseldorfer Hauptbahnhof Station macht. Dann fährt der „Science-Express“ nach Neuss weiter.
26. Mai Eine Delegation des mongolischen Justizministeriums besucht die Heinrich-Heine-Universität und informiert sich bei Kanzler Prof. Ulf Pallme König über die Implementierung des Hochschulfreiheitsgesetzes an den nordrhein-westfälischen Hochschulen.
26. Mai Zwei neue Fälle von „Schweinegrippe“ werden bei Flugpassagieren festgestellt. Auch Ärzte des Universitätsklinikums gehören zu den Teams, die an Bord von Maschinen aus USA, Kanada und Mexiko gehen, um potenzielle Patienten zu identifizieren.
27. Mai „2. Düsseldorfer Gesprächskreis Kartellrecht“
28. Mai Ausstellungseröffnung im August Macke-Haus in Bonn: „Christus an Rhein und Ruhr – Zur Wiederentdeckung des Sakralen in der Moderne 1910–1930“. Konzipiert wurde die Schau von Prof. Dr. Gertude Cepl-Kaufmann und Jasmin Grande, M.A. (Institut „Moderne im Rheinland“ an der Heinrich-Heine-Universität).
29. Mai In der Neurologischen Klinik wird ein 1,8 Millionen € teurer Magnetenzephalograf eingeweiht. Weltweit sind nur 40 dieser Geräte in Betrieb.
29. Mai Das Universitätsarchiv zieht bis zum 15. Juni in die alten Räume der aufgelösten Fachbibliothek Erziehungswissenschaften um (Gebäude 23.03.02).
30. Mai Rektor, Kanzler und Hochschulratsvorsitzende Anne-José Paulsen brechen zu einer Israel-Reise auf. Sie nehmen an der Konferenz „Islam und Islamismus in Deutschland“ teil, zu der Altrektor Univ.-Prof. Dr. Dres. h.c. Gert Kaiser gemeinsam mit Ex-Botschafter Avi Primor an das Interdisziplinäre Center in Herzliya eingeladen haben. Altrektor Kaiser wird die Würde eines „Honorary Fellow des IDC Herzliya“ verliehen.
3. Juni „Campus-Messe: Recruiting-Tag“. Studierende und Unternehmen kommen miteinander ins Gespräch. Das Projekt ist eine Kooperation der Heinrich-Heine-Universität, der Fachhochschule und der Industrie- und Handelskammer zu Düsseldorf.
3. bis 9. Juni Austauschseminar der Juristen mit der Radzyner Faculty of Law des Interdisciplinary Center in Herzliya

6. Juni „Campus-Messe: Hochschulinformationstag“. Bilanz der hochzufriedenen Veranstalter: Über 4.500 Interessierte aus dem ganzen Bundesgebiet kamen auf den Düsseldorfer Campus.
7. Juni Das von Medizinstudierenden organisierte „Teddybär-Krankenhaus“ ist wieder ein großer Erfolg bei Kindern und Eltern.
9. Juni Der Kulturausschuss der Stadt Düsseldorf tagt in der Universität.
9. Juni Für einen Beitrag des WDR-Fernsehens (*Quarks & Co.*) dreht der Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar in der Druckkammer des Universitätsklinikums.
13. Juni Eröffnung der Darwin-Ausstellung im Botanischen Garten („Darwins Garten – Evolution entdecken“)
15. Juni Das Telefonnetz der Universität ist zeitweise gestört.
15. Juni Pressekonferenz, in dem das deutschlandweit einmalige Studienangebot „Filme untertiteln“ (Studiengang „Literaturübersetzen“/Romanistik) vorgestellt wird.
15. Juni Die ersten Bauarbeiten für das neue „Oeconomicum“ beginnen. Damit verbunden ist die Schließung der Tiefgarage. Es stehen genügend Ausweichparkplätze im Campus-Südbereich zur Verfügung.
16. Juni Sondersitzung des Senats. Thema: Verwendung der Studienbeiträge
16. Juni Unter dem Motto „Japanische Gemeinde und die Heinrich-Heine-Universität – für eine starke Partnerschaft“ findet auf Schloss Mickeln eine Veranstaltung mit prominenten Vertretern der japanischen Community statt.
17. Juni Der Rohbau des Operativen Zentrums II wird der Presse vorgestellt.
18. bis 23. Juni „15<sup>th</sup> International Congress on Photobiology – ICP 2009“ mit 500 Teilnehmern aus der ganzen Welt. Organisation: Univ.-Prof. Dr. Jean Krutmann (Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf gGmbH)
22. Juni An seinem 90. Geburtstag besteht der Architekt Franz H. Schrage seine Promotionsprüfung an der Philosophischen Fakultät. Seine Doktorarbeit schrieb er über *Edith Stein, Philosophin und Heiliggesprochene im Spannungsfeld zwischen Juden und Christen.*
22. Juni Großer Andrang beim ersten „Bewerbungsmappencheck“, den Studienberatung und Career Service anbieten.
22. und 23. Juni Gremienwahlen (Senat, Fakultätsbeiräte und so weiter)

23. Juni Verleihung des Edens-Preises an PD Dr. Bernhard Rauch
24. Juni Sport Dies
24. Juni 5. Paul-Spiegel-Vorlesung der Philosophischen Fakultät. Prof. Dr. David N. Myers, Direktor des Center for Jewish Studies der University of Los Angeles, spricht über „The Jewish Question as Arab Question: The Lost Voice of Simon Rawidowicz“.
24. und 25. Juni „Schnupperstudium Physik“ für Oberstufenschüler und Abiturienten
26. Juni Internationale Tagung „Folter und Zukunft“, von Seiten der Heinrich-Heine-Universität organisiert durch den Juristen Univ.-Prof. Dr. Karsten Altenhain sowie den Medienwissenschaftler Univ.-Prof. Dr. Reinhold Görling.
26. Juni Das nordrhein-westfälische Innovationsministerium stellt Biowissenschaftlern der Heinrich-Heine-Universität und aus dem Forschungszentrum Jülich für die nächsten drei Jahre 2,7 Millionen € zur Verfügung.
29. Juni Altrektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch wird vom japanischen Generalkonsul Shin Maruo mit dem „Orden der Aufgehenden Sonne mit Stern, goldene und silberne Strahlen“ ausgezeichnet.
30. Juni Die Autorin Sharlene Anders liest in Hörsaal 3D aus ihrem gerade erschienenen Roman *Kopf offen*, der zum Großteil auf dem Campus spielt und in dem sie auch die eigene Düsseldorfer Studienzeit (Examen 2008) reflektiert.
1. Juli Der „Lange Abend der Studienberatung“ (bis 22.00 Uhr) ist ein Riesenerfolg.
1. Juli Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger (Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie) und Gesundheitsamtsdirektor Prof. Dr. Heiko Schneitler laden die niedergelassenen Mediziner und Ärzte Düsseldorfs zu einer Fortbildungsveranstaltung zum Umgang mit dem neuen Grippevirus ein. Es ist die erste Veranstaltung dieser Art deutschlandweit.
2. Juli Die Jürgen-Manchot-Stiftung fördert für die nächsten dreieinhalb Jahre die Doktoranden der Graduiertenschule „Molecules of Infection“.
3. Juli Grundsteinlegung für das „Oeconomicum“, den aus Geldern der Schwarz-Schütte-Stiftung finanzierten Neubau der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät; auch Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart nimmt teil.

7. Juli Der Romanist Univ.-Prof. em. Dr. Fritz Nies wird vom französischen Staat zum Offizier des Ordens „Arts et Lettres“ ernannt.
8. Juli Sommerkonzert des UNICHORs
9. Juli Vergabe von drei Stipendien der Provinzial-Versicherung an Studierende der Mathematik und der Betriebswirtschaftslehre (jeweils 500 € für ein Jahr).
10. Juli Jan Gerken, Leiter des Dezernates 2 (Hochschulmanagement) der Zentralen Universitätsverwaltung, wird vom Rektor zum neuen CIO (Chief Information Officer) der Universität bestellt.
10. und 11. Juli Internationaler Kongress „English Now & Then – Hard Facts and Soft Skills“, organisiert von Anglistikstudierenden
13. Juli Bei einem bundesweiten Bibliotheksranking (BIX) belegt die Universitäts- und Landesbibliothek Düsseldorf den dritten Platz und gehört damit unter 250 Bibliotheken zur Spitzengruppe. Besonders geschätzt werden die langen Düsseldorfer Öffnungszeiten (110 Stunden pro Woche gegenüber 81 Stunden im Bundesdurchschnitt) sowie der mit 52,8 Prozent hohe Etatanteil für elektronische Medien.
13. Juli Bei einem Pressetermin wird das spektakuläre Forschungsprojekt „Kann man Angst riechen?“ (Univ.-Prof. Dr. Bettina Pause, Sozialpsychologie und Biologische Psychologie) der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Medienresonanz ist enorm.
13. Juli Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert die Digitalisierung einer pharmaziehistorischen Sondersammlung der Universitäts- und Landesbibliothek mit 430.000 €.
14. Juli Senat
15. Juli Erster Spatenstich zur Verlängerung der Stadtbahntrasse der U79 bis zur Universität durch Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper und Oberbürgermeister Elbers
16. Juli Doktorandenehrung der Juristischen Fakultät und Sommerfest
16. und 17. Juli Sommerkonzerte des Universitätsorchesters
17. Juli Mathematisches Festkolloquium zum 60. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Singhof

17. Juli Die WDR-Fernsehsendung *daheim & unterwegs* versteigert einen edlen Oldtimer (Buick Sedanette Coupé, Baujahr 1947). Der Erlös in Höhe von 22.000 € kommt der Kinderkrebsklinik zugute. Angefangen hatte es mit einer WDR-Tasse: Die „Tauschreporter“ müssen jeden Tag durch geschicktes Tauschen einen wertvolleren Gegenstand erhalten. So wurde aus der Tasse ein Auto.
18. und 19. Juli An diesem Wochenende werden 170 Personen im Universitätsklinikum mit Verdacht auf eine Infektion mit dem Grippevirus H1N1 getestet. 23 sind positiv, 22 kommen aus Spanien.
20. Juli Examensfeier der Philosophischen Fakultät; 378 Examensurkunden werden vergeben.
20. bis 23. Juli Ausstellung „Fotografien erzählen Geschichten“ vor Hörsaal 3A. Entstanden ist die Schau aus dem gleichnamigen Projektseminar (Dr. Susanne Brand, Historisches Seminar).
21. Juli Der Infektiologe Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger warnt eindringlich in der Presse vor allzu sorglosem Umgang mit der Ansteckungsgefahr durch das „Schweinegrippevirus“. Sonnenbrand und Alkohol schwächen das Immunsystem, enger Körperkontakt in ausgelassener Urlaubsstimmung ist ein zusätzliches Gefahrenmoment.
22. Juli Promotionsfeier der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät; es werden 83 Doktorurkunden verliehen.
23. Juli Dr. Hans Marwald, der erste Pressereferent der Universität (1972 bis 1994), verstirbt im Alter von 79 Jahren.
24. Juli Promotionsfeier der Medizinischen Fakultät (76 Doktoranden). Im Rahmen der Veranstaltung werden PD Dr. Patrick Küry mit dem Forschungspreis der Hempel-Stiftung, Dr. Murat Bas mit dem Clawiter-Preis und Dr. Malte Renz sowie Dr. Filip Scheperjans mit dem Preis für die Beste Dissertation ausgezeichnet.
24. Juli Der Katalog der Thomas-Mann-Sammlung der Universitäts- und Landesbibliothek wird in das von der Goethe-Universität Frankfurt am Main betreute Fachportal für deutsche Sprach- und Literaturwissenschaft „Germanistik im Netz“ aufgenommen.
28. Juli Das Innovationsministerium fordert die Heinrich-Heine-Universität auf, ihre Verwendung der Studienbeiträge genauer zu definieren.

- 1. August Die Juristin Marlies Merten tritt ihren Dienst als Abteilungsleiterin des Dezernates 3.1 (Personalangelegenheiten des Wissenschaftlichen Personals) der Zentralen Universitätsverwaltung an.
- 5. August 300. und 301. Lebendniere spende im Universitätsklinikum als „Crossover“-Operation durchgeführt (Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Wilhelm Sandmann, Chirurgie, und Univ.-Prof. Dr. Lars Christian Rump, Nephrologie).
- 7. August Staatssekretär Dr. Michael Stückradt besucht die Heinrich-Heine-Universität und informiert sich über die „Kleinen Fächer“ (Judaistik, Modernes Japan, Klassische Philologie).
- 14. August Im Uni-Shop können jetzt auch Karten für Heimspiele des Fußballvereins Fortuna Düsseldorf erworben werden.
- 17. bis 21. August Weltpremiere einer neuen Methode zur Prostataentfernung im Universitätsklinikum: Sie erfordert als Minimalinvasivverfahren nur noch einen Schnitt. Entwickelt hat sie und das neue Instrumentarium Dr. Robert Rabenalt (Urologische Klinik, Direktor: Univ.-Prof. Dr. Peter Albers).
- 18. August Das Innovationsministerium stimmt dem überarbeiteten Konzept der Heinrich-Heine-Universität zur Verwendung der Studienbeiträge zu.
- 18. August Das Universitätsklinikum trennt sich von Ines Manegold, seit dem 15. Februar 2008 Kaufmännische Direktorin. Kommissarisch übernimmt ihre Aufgaben Thorsten Celary, Leiter der Stabsstelle Controlling.
- 19. August Zong Yu, Informatikstudent, wird zum Vorsitzenden des neu gegründeten „Vereins der Chinesischen Wissenschaftler und Studenten“ gewählt. Über 150 Chinesen studieren an der Heinrich-Heine-Universität, 20 chinesische Wissenschaftler arbeiten an der Hochschule.
- 19. August „Infomarkt“ der Zentralen Universitätsverwaltung; der Kanzler, die Dezernate und Stabsstellen informieren über Neuentwicklungen und Veränderungen.
- 24. August Das Universitätsklinikum teilt mit, dass im Zuge der Infektion eines Unfallchirurgen mit dem H1N1-Virus keine Schließungen von Stationen oder der chirurgischen Notaufnahme erfolgen. Das Personal wird komplett ausgetauscht und befindet sich in häuslicher Quarantäne. Der Betrieb in der Ambulanz wird durch die Klinik für Allgemeinchirurgie gewährleistet.
- 25. August Wieder Riesenandrang beim „Bewerbungsmappencheck“ von Studienberatung und Career Service
- 27. August Sommerfest der Zentralen Universitätsverwaltung in der Orangerie des Botanischen Gartens



28. August Trauergottesdienst in der Andreaskirche für den am 21. August 2009 im Alter von 86 Jahren verstorbenen Medizinhistoriker Univ.-Prof. em. Dr. Dr. h.c. Hans Schadewaldt
1. September Im Rahmen der Sommerkurse des Universitätssprachenzentrums ist eine 17-köpfige Gruppe der Universität Hokuriku, Japan, zu Gast. Neben dem Deutschlernen steht nachmittags Training mit der U19-Mannschaft von Fortuna Düsseldorf auf dem Programm.
1. September Das Innovationsministerium teilt mit, dass beim Transferwettbewerb „Science-to-Business PreSeed“ auch ein Projekt der Heinrich-Heine-Universität mit 179.837 € gefördert wird („Nachhaltige biotechnologische Produktionsverfahren von Pharma-relevanten Aminen“, Univ.-Prof. Dr. Werner Hummel, Institut für Molekulare Enzymtechnologie, Standort Forschungszentrum Jülich).
3. September Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart teilt in einer Landtagsanhörung mit, dass in Nordrhein-Westfalen gegen 16 Hochschullehrer wegen manipulierter Promotionsverfahren ermittelt werde. Auch die Heinrich-Heine-Universität sei mit einem Fall betroffen. Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper sichert sofort die volle Unterstützung der Universität bei den Untersuchungen zu.
5. September „7. Deutscher Diabetes-Tag“, Mitveranstalter ist Univ.-Prof. Dr. Werner Scherbaum (Klinik für Endokrinologie, Diabetologie und Rheumatologie).
6. September „Tag der Neugier“ für Studieninteressierte im Forschungszentrum Jülich. Acht Institutsdirektoren des Forschungszentrums lehren im Rahmen eines Kooperationsvertrages an der Heinrich-Heine-Universität.
9. bis 12. September 25. Kongress des Europäischen Komitees zur Behandlung und Erforschung der Multiplen Sklerose (ECTRIMS). Organisator ist ECTRIMS-Präsident Univ.-Prof. Dr. Hans-Peter Hartung, Direktor der Neurologischen Universitätsklinik. 6.000 Ärzte und Grundlagenforscher kommen ins Congress Center Düsseldorf.
10. September Bezüglich der manipulierten Promotionsverfahren informiert das Polizeipräsidium Köln die Heinrich-Heine-Universität, dass die Staatsanwaltschaft gegen einen außerhalb der Universität beschäftigten Privatdozenten der Medizinischen Fakultät ermittele.
13. September Herbstliche „Pflanzenbörse“ im Botanischen Garten

15. September „EX LIBRIS“ heißt das neue Café-Bar-Bistro, das das Studentenwerk in der Universitäts- und Landesbibliothek eröffnet.
16. September Tagung „Patientenverfügung“ (Institut für Rechtsfragen der Medizin, Univ.-Prof. Dr. Helmut Frister, Univ.-Prof. Dr. Dirk Olzen)
16. und 17. September 54. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuropathologie und Neuroanatomie
17. September Vertragsunterzeichnung zwischen Innovationsminister Univ.-Prof. Dr. Andreas Pinkwart und Finanzminister Helmut Lindner im Beisein der nordrhein-westfälischen Hochschulrektoren: Das Hochschulmodernisierungsprogramm startet. Die Heinrich-Heine-Universität bekommt 110 Millionen €: 100 Millionen € für einen Ersatzneubau der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, zehn Millionen € zur Hörsaalsanierung und -modernisierung.
18. September Besuch mit Rektor im Innovationsministerium: Im Rahmen eines von der nordrhein-westfälischen Landesregierung ausgeschriebenen Stipendienprogramms forschen von Mai bis Dezember 16 Israelis an Hochschulen in Nordrhein-Westfalen, vier davon an der Heinrich-Heine-Universität.
18. bis 20. September Tagung „Medizin und Krieg in historischer Perspektive“. Veranstalter sind die Deutsch-Polnische Gesellschaft für Medizin, die Heinrich-Heine-Universität (Institut für Geschichte der Medizin und Lehrstuhl „Geschichte und Kulturen Osteuropas“) sowie das Polnische Kulturinstitut Düsseldorf.
21. bis 25. September Mediävistische Sommerakademie im Heine-Saal. Organisator ist der Altanglist Univ.-Prof. em. Dr. Wilhelm Busse, Rahmenthema: „Die Bibel“. Die Teilnehmer kommen aus dem ganzen Bundesgebiet.
22. September Zur Bundestagswahl startet das Institut für Experimentelle Psychologie eine Internetumfrage.
22. September Die Deutsche Forschungsgemeinschaft bewilligt die Einrichtung einer klinischen Forschergruppe „Hepatobiliärer Transport und Lebererkrankungen“ und bewilligt 3,5 Millionen € (Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger, Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie).
26. September Die Knochenmarkspenderzentrale des Universitätsklinikums veranstaltet in der Bergerkirche den ersten „Düsseldorfer Tag des Stammzellspenders“.

27. September Bundestagswahl. Im Vorfeld haben Studierende des BA-Studiengangs „Sozialwissenschaften“ unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. Ralph Weiß und Dr. Astrid Zipfeld einen Fragebogen entworfen und in Düsseldorf an 2.000 Wahlberechtigte verschickt. Die Auswertung soll im Wintersemester 2009/2010 erfolgen.
30. September Das Universitätsklinikum unterstützt die Kampagne „Aktion Saubere Hände“ mit Informationsmaterial und einer Ausstellung im Foyer der Chirurgie.
1. Oktober Der Marketingexperte Univ.-Prof. Dr. Bernd Günter tritt sein Amt als neuer Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät an.
1. Oktober Das Innovationsministerium genehmigt für zwei Nachwuchsforscherguppen über eine Million € Fördergelder. Dr. Ulrich Heimeshoff (Volkswirtschaftslehre) wird eine Arbeitsgruppe „Empirische Wettbewerbsanalyse“ aufbauen, Dr. Wolfgang Hoyer (Physikalische Biologie) wird mit einem Forscherteam über neurodegenerative Erkrankungen arbeiten.
1. Oktober Am Ausbildungszentrum für Gesundheitsberufe des Universitätsklinikums beginnt erstmals ein dreijähriger Lehrgang zum Medizinisch-Technischen Assistenten für Funktionsdiagnostik (MTAF).
1. Oktober Expertendiskussion der Universitäten Aachen, Bonn, Düsseldorf und Köln im „Forschungsdialo Rheinland“, Thema: „Personalisierte Medizin“. Die Veranstaltung wird unter anderem von rheinischen Industrie- und Handelskammern mitgetragen.
1. bis 3. Oktober Tagung der Partneruniversitäten Prag und Düsseldorf in Prag. Rahmenthema: „Blut – ein besonderer Saft. Perspektiven aus Medizin, Geschichte und Gesellschaft“
2. bis 4. Oktober Tagung der Deutschen Gesellschaft für Sprechwissenschaft und Sprecherziehung. 120 Wissenschaftler beschäftigen sich mit dem Thema „Medien: Sprech- und Hörwelten“ (Organisation: Dr. Marita Pabst-Weinschenk, Germanistik IV, Mündlichkeit).
8. Oktober Dr. Markus Thommes (Institut für Pharmazeutische Technologie und Biopharmazie) und Dr. Magali Zeisser-Labouèbe (School of Pharmaceutical Science, Universität Genf) werden für ihre pharmazeutischen Forschungen mit dem Rottendorf-Preis ausgezeichnet.
8. Oktober Start des Mentoringprogramms des Sozialwissenschaftlichen Instituts, eine Kooperation mit der Düsseldorfer Unternehmerschaft sowie einer Kommunikationsberatung. 40 Mentoren stehen zur Verfügung.

9. Oktober Zum Wintersemester 2009/2010 bietet die Heinrich-Heine-Universität erstmals den neuen, einjährigen Masterstudiengang „European Studies“ an. 21 Studierende beginnen das englischsprachige Programm, das von der Philosophischen, der Juristischen und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät getragen wird. Auch Studierende der Kooperationspartner der Heinrich-Heine-Universität IDC Herzliya (Israel) und Al Quds-Universität (Palästina) haben sich eingeschrieben.
9. Oktober Richtfest: Das Studentenwerk stellt seine erste integrative Kindertagesstätte „Grashüpfer“ an der Heinrich-Heine-Universität mit 49 Betreuungsplätzen vor.
12. Oktober Vorlesungsbeginn des Wintersemesters 2009/2010 und steigende Studienanfängerzahlen: Insgesamt haben sich 3.845 Studierende (erstes Fachsemester) an der Heinrich-Heine-Universität eingeschrieben. Die Erstsemester werden mit einer Großveranstaltung in und um den Henkel-Hörsaal sowie einer Info-Messe begrüßt. Neben dem Rektor, Prorektor Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann und AstA-Vertretern spricht erstmals auch ein Düsseldorfer Bürgermeister, Friedrich Conzen. Im Rahmen der Veranstaltung werden die Lehrpreise vergeben. Die Auszeichnung erhalten Univ.-Prof. Dr. Marlis Hochbruck (Angewandte Mathematik), Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch (Kunstgeschichte) und Univ.-Prof. Dr. Stefanie Ritz-Timme (Rechtsmedizin).
12. Oktober Die Kinderärztin Dr. Kirsten Huck ist die erste Stipendiatin des Wiedereinstiegsprogramms „Comeback“, ein Projekt der Gleichstellungsbeauftragten und des Prorektors für Forschung und Innovation.
14. Oktober Der Musikstudent André Baumeister leitet bis zum Sommer 2010 das Universitätsorchester und vertritt Dirigentin Silke Lühr (Babypause).
15. Oktober Das Familienberatungsbüro der Gleichstellungsbeauftragten ist wieder geöffnet. Neue Ansprechpartnerin ist Frauke Ullrich.
20. Oktober Senat
20. Oktober Die Kunsthistorikerin Dr. Nadine Müller erhält den Wissenschaftspreis des Heimatvereins „Düsseldorfer Jonges“ für ihre Arbeit *Selbstvermarktung von Künstlern der Düsseldorfer Malerschule und das Selbstvermarktungssystem 1826–1860*. Altrektor Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch wird mit der Wilhelm I. von Berg-Medaille ausgezeichnet.
21. Oktober Die gerade gegründete „Thomas Mann-Gesellschaft Düsseldorf e.V.“ stellt sich in den Räumen der Thomas-Mann-Sammlung der Universitäts- und Landesbibliothek der Presse vor. Die jungen Vorstandsmitglieder sind Absolventen, Doktoranden und Mitarbeiter der Universität.

21. Oktober Treffen der Stipendiaten der Jost-Henkel-Stiftung mit dem Rektor
22. Oktober Gerhard Vieth, seit 21 Jahren Küchenleiter der Campus-Mensa, hat seinen letzten Arbeitstag.
22. Oktober Der Meyer-Struckmann-Preis wird durch die Philosophische Fakultät an den Berliner Politikwissenschaftler Univ.-Prof. Dr. Herfried Münkler verliehen.
22. Oktober Das Rektorat beschließt angesichts übervoller Hörsäle und Seminare in einigen Fächern Sofortmaßnahmen (zusätzliche Dozenten, Videoübertragungen und Anderes) in Höhe von zunächst 125.000 €.
22. Oktober Erstmals findet auf Schloss Mickeln ein „Schlossgespräch“ unter dem Motto „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ statt. Es ist eine gemeinsame Vortragsreihe von Industrie- und Handelskammer und Heinrich-Heine-Universität. Thema der Premiere: „Effektives Risikomanagement“. Die Veranstaltung ist ausgebucht.
23. Oktober Demonstrativ lassen sich der Ärztliche Direktor des Universitätsklinikums, Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Raab, und der Infektiologe Univ.-Prof. Dr. Dieter Häussinger gegen das H1N1-Virus impfen. Die Presse-Resonanz ist groß, sogar die *Tagesschau* berichtet.
27. Oktober Brand auf der Infektionsstation MX 1; drei Personen werden verletzt, circa 10.000 € Sachschaden.
27. Oktober Beginn der Kinderuniversität im Wintersemester. Rahmenthema: „Heute gesunde Kinder – morgen kranke Kinder. – Warum, wieso, weshalb?“
29. Oktober Rektor Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper, selbst Mediziner, lässt sich von Betriebsärztin Dr. Jutta Christoph gegen das H1N1-Virus impfen.

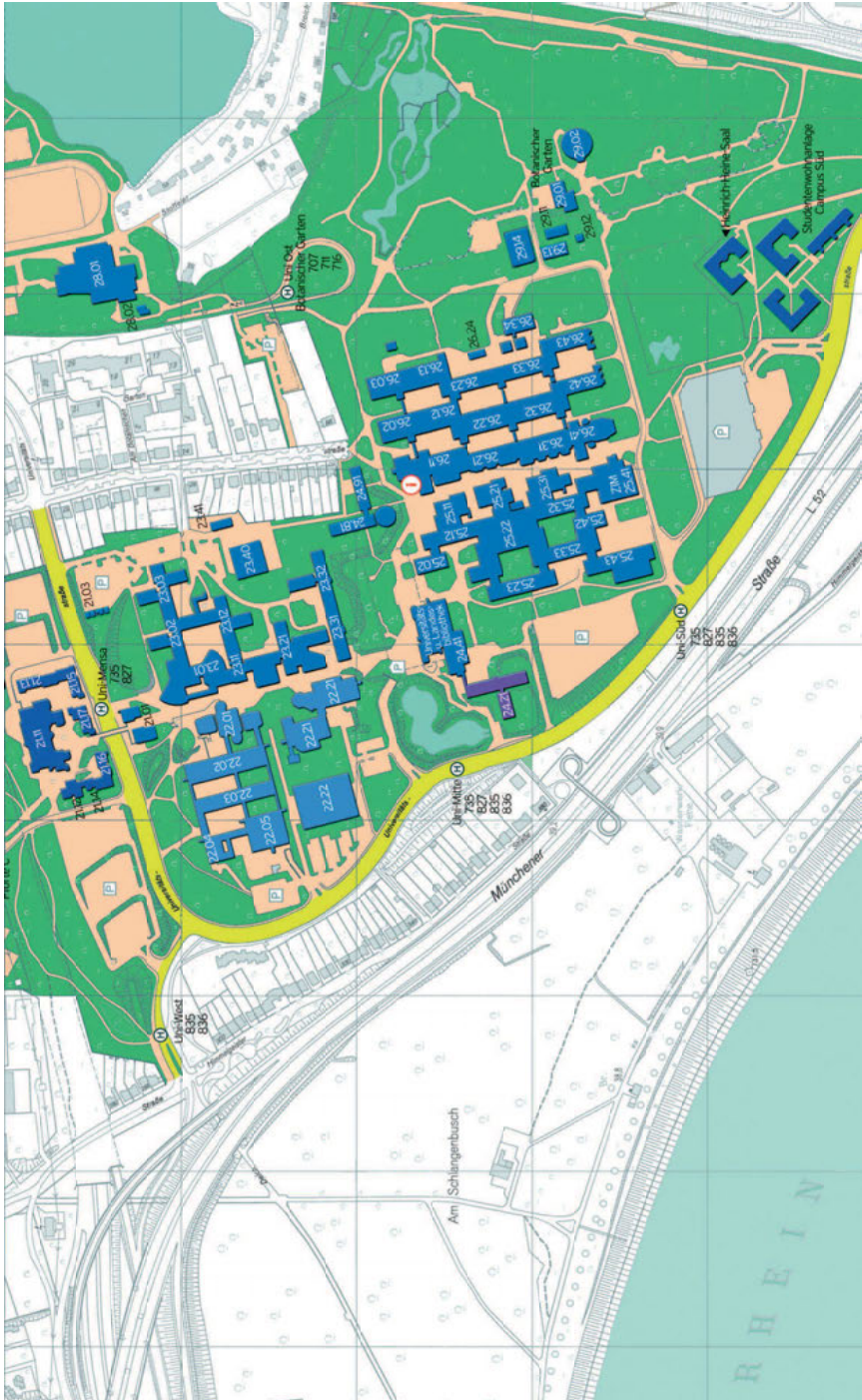


# **Campus-Orientierungsplan**









**Zentrale Einrichtungen**

Zentrum für Informations- und Medientechnologie ..... Gebäude 25, 41  
 Universitäts- und Landesbibliothek ..... 24, 41  
 Fachbibliothek Theoretische Medizin ..... 22, 21  
 Fachbibliothek Erziehungswissenschaft, Psychologie ..... (23.01) 23, 03  
 Fachbibliothek Klassische Philologie, Philosophie, Anglistik, Germanistik ..... 23, 21  
 Fachbibliothek Romanistik, Geschichte, Sozialwissenschaften ..... 23, 31  
 Fachbibliothek Geowissenschaften, Mathematik, Physik ..... 25, 22  
 Fachbibliothek Biologie, Chemie, Pharmazie ..... 26, 21  
 Fachbibliothek Jura ..... 24, 91  
 Technische Direktion/Betriebshof ..... 23, 40  
 ASIA ..... 25, 23  
 Agentur für Arbeit; Berufsberatung und Jobvermittlung ..... 23, 02  
 Staatliches Prüfungsamt ..... 23, 31

Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftungsprofessur für Unternehmenssteuerrecht ..... 24, 81  
 Professur für Öffentliches Recht ..... 24, 81  
 Lehrstuhl für Deutsches und Europäisches Privatrecht ..... 24, 81  
 Institut für Rechtsfragen der Medizin ..... 24, 91  
 Zentrum für Gewerblichen Rechtsschutz ..... 24, 91  
 Projekt Recht als soziale Praxis ..... 24, 91  
 Institut für Parteienrecht und Parteienforschung ..... 24, 91

BWL, insbes. Produktionswirtschaft und Umweltökonomie ..... 23, 32  
 BWL, insbes. Unternehmensführung, Organisation und Personal ..... 23, 32  
 BWL, insbes. Unternehmensprüfung und Controlling ..... 23, 32  
 Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre ..... 23, 31  
 Fachgebiet Volkswirtschaftslehre ..... 23, 31  
 Fachgebiet Statistik und Ökonometrie ..... 23, 31

**Philosophische Fakultät**

Dekanat ..... 23, 21  
 Philosophisches Institut ..... 23, 21  
 Erziehungswissenschaftliches Institut ..... (23.01) 23, 02, 23, 03  
 Sozialwissenschaftliches Institut ..... 23, 31, 23, 32  
 Abt. Medienwissenschaft ..... 23, 21, 23, 32  
 Abt. Politikwissenschaft ..... 23, 32  
 Abt. Soziologie ..... 23, 31  
 Historisches Seminar ..... 23, 31  
 Institut für Kultur- und Geschichte der Deutschen im östlichen Europa ..... 23, 31, 23, 02  
 Seminar für Kunstgeschichte ..... 23, 32  
 Institut für Sprache und Information ..... 23, 21  
 Seminar für Klassische Philologie ..... 23, 21  
 Germanistisches Seminar ..... 23, 21  
 Institut für Jüdische Studien ..... 23, 11, 23, 12  
 Abt. für Jüdische Studien ..... 23, 11, 23, 12  
 Abt. für Jiddische Kultur, Sprache und Literatur ..... 23, 03  
 Anglistisches Institut ..... 23, 21, 23, 32  
 Romanisches Seminar ..... 23, 21  
 Ostasien-Institut ..... 23, 02  
 Institut für Sportwissenschaft ..... 28, 01  
 BA-integrationsstudiengang Medien- und Kulturwissenschaft ..... 23, 02

**Juristische Fakultät**

Dekanat ..... 24, 91  
**Lehrstuhl für**  
 Bürgerliches Recht und Gewerblichen Rechtsschutz ..... 24, 81  
 Öffentliches Recht und Verwaltungslehre ..... 24, 81  
 Strafrecht und Strafprozessrecht ..... 24, 81  
 Bürgerliches Recht, Internationales Privatrecht und Rechtsvergleichung ..... 24, 81  
 Deutsches und Ausländisches Öffentliches Recht, Völkerrecht und Europarecht ..... 24, 81  
 Öffentliches Recht, Rechtslehre und Rechtssoziologie ..... 24, 81  
 Bürgerliches Recht, Handelsrecht und Wirtschaftsrecht ..... 24, 81  
 Bürgerliches Recht und Zivilprozessrecht ..... 24, 81  
**Professur für**  
 Zivilrecht mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Kartellrecht ..... 24, 81  
 Strafrecht und Strafprozessrecht ..... 24, 81  
 Bürgerliches Recht, Arbeitsrecht und Rechtsvergleichung ..... 24, 81  
 Lehrstuhl für Strafrecht, Wirtschaftsrecht und Medienrecht ..... 24, 81

**Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät**

Dekanat ..... 25, 32  
 Reine Mathematik ..... 25, 22/25, 13  
 Angewandte Mathematik ..... 25, 22  
 Mathematische Optimierung ..... 25, 22  
 Mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie ..... 25, 13  
 Lehrstuhl für Bioformatik ..... 25, 02  
 Datenbanken und Informationssysteme ..... 25, 12  
 Rechnernetze und Kommunikationssysteme ..... 25, 12  
 Softwaretechnik und Programmiersprachen ..... 25, 12  
 Signalverarbeitung und Bildverarbeitung ..... 25, 13  
 Komplexitätstheorie und Kryptographie ..... 25, 12  
 Algorithmen und Datenstrukturen ..... 25, 13  
 Institut für Experimentalphysik ..... 25, 33  
 Laser- und Plasmaphysik ..... 25, 33  
 Physik der kondensierten Materie ..... 25, 22/25, 23  
 Theoretische Physik ..... 25, 32  
 Angewandte Physik ..... 25, 33  
 Anorganische Chemie und Strukturchemie I ..... 26, 43  
 Anorganische Chemie und Strukturchemie II ..... 26, 42  
 Organische Chemie und Makromolekulare Chemie I ..... 26, 43  
 Organische Chemie und Elektrochemie I ..... 26, 43  
 Physikalische Chemie und Elektrochemie II ..... 26, 32  
 Theoretische Chemie ..... 26, 32  
 Biochemie ..... 26, 42  
 Chemie und ihre Didaktik ..... 26, 31  
 Pharmazeutische Chemie ..... 26, 23  
 Pharmazeutische Technologie ..... 26, 22  
 Pharmazeutische Biologie ..... 26, 23  
 Botanisches Institut (und Botanischer Garten 29.01) ..... 26, 13  
 Institut für Biochemie der Pflanzen ..... 26, 03

**Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät**

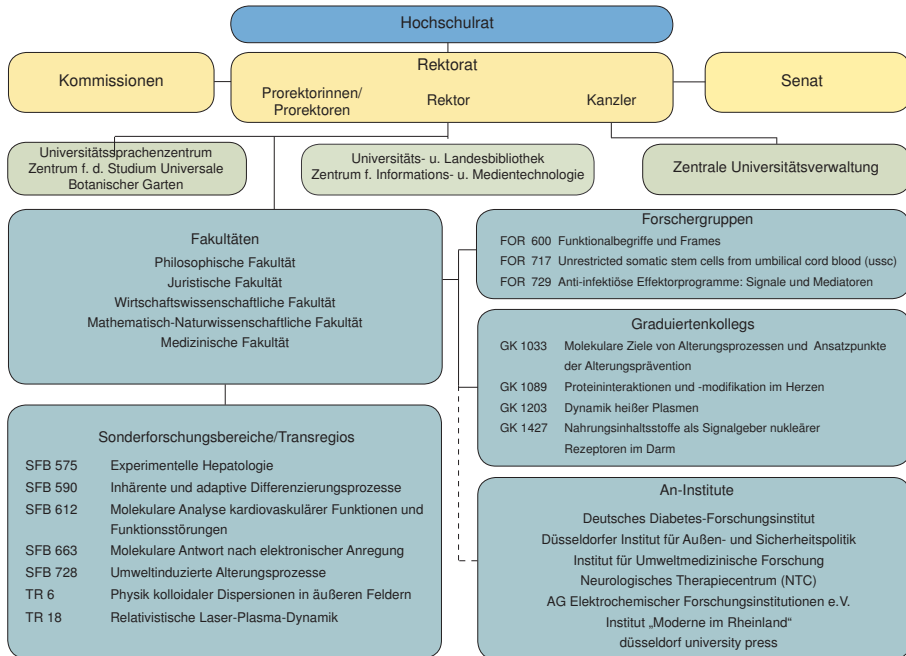
Dekanat ..... 23, 32  
 Lehrstuhl für  
 BWL, insbes. Betriebswirtschaftl. Steuerlehre ..... 23, 32  
 BWL, insbes. Finanzdienstleistungen ..... 23, 32  
 BWL, insbes. Finanzierung und Investition ..... 23, 31  
 BWL, insbes. Marketing ..... 23, 32

Institut für Ökologische Pflanzenphysiologie	26.13		
und Geobotanik	26.13		
Abteilung Geobotanik	26.13		
<i>Institut für</i>			
Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen	26.03		
Entwicklungs- und Molekularbiologie der Tiere	26.13		
Zoophysiologie	26.12		
Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie	26.03		
Abteilung für Parasitologie	26.13		
Institut für Neurobiologie	26.02		
Genetik	26.02/26.03/26.12		
Mikrobiologie	26.12		
Physikalische Biologie und Abteilung Biokybernetik	26.12		
Psychologie	23.03		
Geographie	25.02/25.12		
<b>Medizinische Fakultät</b>			
Zentrum für Anatomie und Hirnforschung			
Institut für Anatomie I	22.03		
C. u. O. Vogt-Institut für Hirnforschung	22.03		
Institut für Anatomie II	22.03		
Zentrum für Physiologie			
Institut für			
Herz- und Kreislaufphysiologie	22.03		
Neuro- und Simesphysiologie	22.03		
Zentrum für Biochemie und Molekularbiologie			
Institut für			
Biochemie und Molekularbiologie I	22.03		
Biochemie und Molekularbiologie II	22.03		
Zentrum für Medizinische Psychologie,			
Soziologie, Statistik und Allgemeinmedizin			
Institut für			
Medizinische Psychologie	23.02		
Medizinische Soziologie	23.02		
Statistik in der Medizin			23.02
Zentrum für Pharmakologie und Toxikologie			
Institut für			
Pharmakologie und klinische Pharmakologie			22.21
Toxikologie			22.21
Zentrum für Ökologische Medizin			
Institut für			
Hygiene			23.12
Arbeitsmedizin und Sozialmedizin			23.12
Anthropologie und Humangenetik			23.12
Institut für Geschichte der Medizin			23.12
Medizinische Mikrobiologie			22.21
Virologie			22.21
Molekulare Medizin			23.12
Lasermethoden			22.03
Onkologische Chemie			23.12
Tierversuchsanlage			22.22

**Daten und Abbildungen  
aus dem Zahlenspiegel der  
Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf**



## Organigramm



## Hochschulpartnerschaften

Universität Nantes (Frankreich) seit 11.05.1973  
 Universität Neapel (Italien) seit 24.04.1985  
 Universität Peking (China) seit 01.07.1987  
 Universität Alicante (Spanien) seit 01.12.1987  
 Universität Reading (Großbritannien) seit 13.12.1988  
 University of California, Davis (USA) seit 10.10.1990  
 Pennsylvania State University (USA) seit 05.12.1990  
 Karls-Universität Prag (Tschechische Republik) seit 18.03.1998  
 Keio University, Tokio (Japan) seit 04.02.1999

## Personal

### Universität

	Professoren/ Professorinnen	wissensch. MA <sup>1</sup>	weiteres Personal
Mathematisch-Naturw. Fakultät	94	288	287
Philosophische Fakultät	60	117	48
Juristische Fakultät	15	44	13
Wirtschaftswiss. Fakultät	10	29	12
Medizinische Fakultät	80	998	- <sup>2</sup>
Universitäts- und Landesbibliothek	-	-	135 <sup>3</sup>
Zentrum für Informations- und Medientechnologie	-	-	45 <sup>3</sup>
Verwaltung	-	-	312 <sup>3</sup>
<b>Summe</b>	<b>259</b>	<b>1.476</b>	<b>852</b>

Auszubildende (ohne Medizin): 51

<sup>1</sup> MA: Mitarbeiter/-innen

<sup>2</sup> Das weitere Personal wird beim Universitätsklinikum geführt.

<sup>3</sup> Wissenschaftliches und Nichtwissenschaftliches Personal

### Universitätsklinikum

Im Jahresdurchschnitt Beschäftigte

Mitarbeiter/-innen (Vollkräfte) ca. 4.479

darunter:

Wiss. Personal <sup>1</sup>	776
Pflegedienst ca.	878
Medizinisch technischer Dienst ca.	1.130
Personal in medizinnahen Berufen ca.	411
Klinisches Hauspersonal	69
sonstiges Personal (Verwaltung, Technik, Wirtschaft und Versorgung, Sonderdienst, Personal in Ausbildungsstätten)	881
Ausbildungsplätze (Ausbildungszentrum für Gesundheitsberufe, Sonstige)	430

Anzahl Kliniken 31

Anzahl Institute 31

Betriebene Betten 1.158

Stationäre Behandlungen 42.384

Ambulante Behandlungen 144.977

<sup>1</sup> In diesem Umfang ist das wissenschaftliche Personal der Medizinischen Fakultät verpflichtet, Aufgaben in der Krankenversorgung im Universitätsklinikum wahrzunehmen. Quelle: Jahresbericht Klinikum 2008



## Haushalt

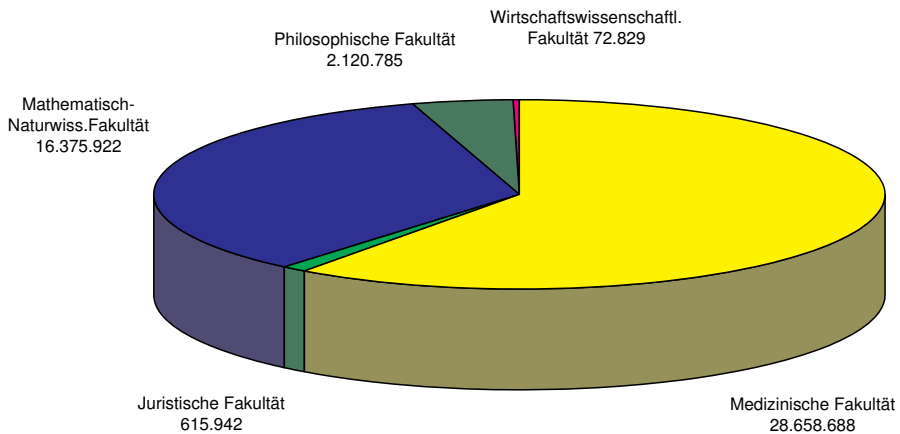
	Haushaltsvolumen in 1000 Euro	Drittmittelausgaben in 1000 Euro
Math.-Nat. Fakultät		16.375
Philosophische Fakultät		3.293
Juristische Fakultät		616
Wirtschaftswiss. Fakultät		73
Medizinische Fakultät (Landeszuschuss)	108.479 <sup>2</sup>	28.659
Heinrich-Heine-Universität <sup>1</sup> (Landeszuschuss)	123.654 <sup>3</sup>	
<b>Summe</b>	<b>232.133</b>	<b>49.016</b>

<sup>1</sup> ohne Medizinische Fakultät

<sup>2</sup> Zuführungen für den laufenden Betrieb an die Fakultät

<sup>3</sup> incl. 33,3 Mio. Euro für Mieten und Pachten an den BLB NRW

Drittmittelausgaben je Fakultät im Haushaltsjahr 2008 in Euro



## Studiengänge an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Stand WS 2008/2009)

Abschluss →	Bachelor integrativ	Bachelor Kombination	Diplom	Magister	Master	Staats- examen	Promotion
Fach ↓							
Allgemeine Sprachwissenschaft				+			•
Anglistik / Englisch		•		+	•		•
Antike Kultur		◦					•
Betriebswirtschaftslehre	•		+				•
Biochemie	•				•		•
Biologie	•		+		•		•
Chemie	•		+		•		•
Erziehungswissenschaft				+			•
Geographie				+			+
Germanistik		•		+	•		•
Geschichte		•		+	•		•
Gewerblicher Rechtsschutz				• <sup>2</sup>			•
Griechisch				+			•
Informatik	•				•		•
Informationsrecht				• <sup>2</sup>			•
Informationswissenschaft		◦		+			•
Informationswiss. u. Sprachtechnologie	•				•		•
Jiddische Kultur, Sprache u. Literatur		◦		+			•
Jiddistik					•		•
Jüdische Studien		•		+	•		•
Kommunikations- u. Medienwissenschaft		◦					•
Kunstgeschichte		•		+	•		•
Latein				+			•
Linguistik	•	◦			•		•
Literaturübersetzen			+		• <sup>1</sup>		•
Mathematik	•		+		•		•
Medienkulturanalyse					•		•
Medienwissenschaft							+
Medien- und Kulturwissenschaft	•						•
Medizin						•	•
Medizinische Physik	•						•
Medizinrecht					• <sup>2</sup>		•
Modernes Japan		•		+	•		•
Musikwissenschaft		◦		+			•
Pharmazie						•	•
Philosophie		•		+	•		•
Physik	•		+		•		•
Politikwissenschaft		◦		+			•
Politische Kommunikation					•		•
Psychologie	•		+				•
Public Health				• <sup>3</sup>	• <sup>1,2</sup>		•
Recht für ausländische Juristen				• <sup>3</sup>			•
Rechtswissenschaft						•	•
Romanistik		•		+	•		•
Sozialwissenschaften	•				•		•
Soziologie		◦					•
Sportwissenschaften							+
The Americas-Las Américas-Les Amériques					•		•
Wirtschaftschemie	•		+				•
Zahnmedizin						•	•

• Hauptfach / Kernfach und Nebenfach / Ergänzungsfach, ◦ nur Nebenfach / Ergänzungsfach,

+ Studiengang läuft aus, <sup>1</sup> erstmals ab WS 2008/2009, <sup>2</sup> Weiterbildungsstudiengang, <sup>3</sup> Zusatzstudiengang

Studierende (Studienfälle/Personen) aller Studienfächer/Studiengangkombinationen WS 2008/2009  
(Quelle: Dezernat 1)

Abchluss →	Bachelor integrativ	Bachelor Kombination	Diplom	Magister	Master	Staats- examen	Promotion	Summe
Fach ↓								
Allgemeine Sprachwissenschaft	0	0	0	278	0	0	12	290
Anglistik/Englisch	0	694	0	753	34	0	60	1.514
Antike Kultur	0	226	0	0	0	0	0	226
Erziehungswissenschaft	0	0	8	19	0	0	27	54
Germanistik	0	1.026	0	1.870	50	0	151	3.097
Geschichte	0	984	0	572	20	0	101	1.677
Griechisch	0	0	0	11	0	0	2	13
Informationswissenschaft	0	48	0	186	0	0	24	258
Informationswiss. und Sprachtechnologie	94	0	0	0	2	0	0	96
Jiddische Kultur, Sprache und Literatur	0	40	0	11	0	0	0	51
Jiddistik	0	0	0	0	0	0	0	0
Jüdische Studien	0	45	0	26	1	0	2	74
Kommunikations- und Medienwissenschaft	0	110	0	0	0	0	7	117
Kunstgeschichte	0	303	0	94	26	0	39	462
Latein	0	0	0	23	0	0	3	26
Linguistik	88	71	0	0	12	0	0	171
Literaturübersetzen	0	0	115	0	5	0	0	120
Medien- und Kulturwissenschaft	234	0	0	0	0	0	9	243
Medienkulturanalyse	0	0	0	0	89	0	0	89
Medienwissenschaft	0	0	0	125	0	0	17	142
Modernes Japan	0	356	0	111	3	0	10	480
Musikwissenschaft	0	116	0	35	0	0	0	151
Philosophie	0	552	0	267	7	0	42	868
Politikwissenschaft	0	106	0	176	0	0	24	306
Politische Kommunikation	0	0	0	0	44	0	0	44
Psychologie*	0	0	0	4	0	0	7	11
Romanistik	0	496	0	298	4	0	36	834
Sozialwissenschaften	329	0	0	0	53	0	2	384
Soziologie	0	103	0	138	0	0	13	254
Sportwissenschaft	0	0	0	0	0	0	4	4
The Americas-Las Américas-Les Amériques	0	0	0	0	14	0	0	14
<b>Philosophische Fakultät</b>	<b>745</b>	<b>5.276</b>	<b>123</b>	<b>4.997</b>	<b>364</b>	<b>0</b>	<b>592</b>	<b>12.097</b>
Rechtswissenschaft	0	0	0	0	0	1.188	176	1.364
Recht f. ausländische Juristen	0	0	0	3	0	0	0	3
<b>Juristische Fakultät</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1.188</b>	<b>176</b>	<b>1.367</b>
Betriebswirtschaftslehre	460	0	481	0	0	0	28	969
<b>Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät</b>	<b>460</b>	<b>0</b>	<b>481</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>28</b>	<b>969</b>
Biochemie	92	0	0	0	36	0	16	144
Biologie	463	0	647	0	11	0	279	1.400
Chemie	177	0	234	0	5	0	138	554
Geographie	0	0	0	18	0	0	10	28
Informatik	514	0	0	0	71	0	37	622
Mathematik	205	0	165	0	22	0	30	422
Medizinische Physik	65	0	0	0	0	0	0	65
Pharmazie	0	0	0	0	0	552	60	612
Physik	158	0	70	0	16	0	43	287
Psychologie	194	0	283	0	0	0	58	535
Wirtschaftschemie**	120	0	148	0	0	0	6	274
<b>Mathematisch-Naturwiss. Fakultät</b>	<b>1.988</b>	<b>0</b>	<b>1.547</b>	<b>18</b>	<b>161</b>	<b>552</b>	<b>677</b>	<b>4.943</b>
Medizin	0	0	0	0	0	2.435	75	2.510
Public Health	0	0	0	42	0	0	5	47
Zahnmedizin	0	0	0	0	0	351	19	370
<b>Medizinische Fakultät</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>2.786</b>	<b>99</b>	<b>2.927</b>
<b>Hochschule gesamt</b>	<b>3.193</b>	<b>5.276</b>	<b>2.151</b>	<b>5.060</b>	<b>525</b>	<b>4.526</b>	<b>1.572</b>	<b>22.303</b>
<b>Personen</b>	<b>3.101</b>	<b>2.582</b>	<b>2.073</b>	<b>1.717</b>	<b>510</b>	<b>4.505</b>	<b>1.443</b>	<b>15.931</b>

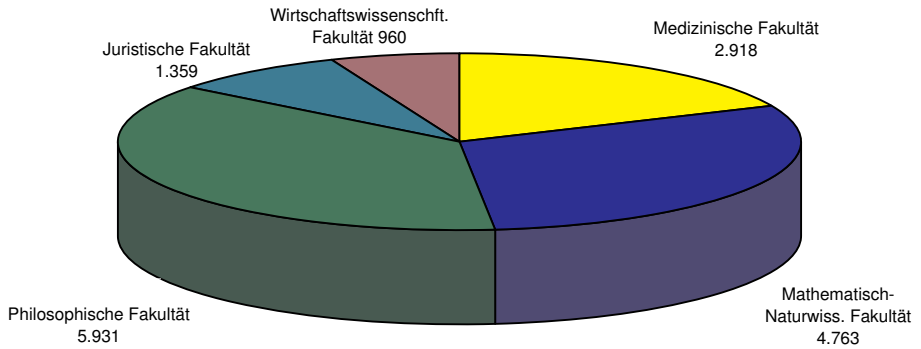
Außerdem 107 Austauschstudierende, 17 Studierende ohne angestrebten Abschluss (19 FF), 378 Beurlaubte (582 FF), 402 Gasthörer (450 FF) und 30 Besucher Deutschkurs (30 FF). \* Magister Nebenfach. \*\* Gemeinschaftlicher Studiengang von Wirtschaftswissenschaftlicher und Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Fakultät.

## Ausländische Studierende nach Herkunftsländern seit WS 2003/2004 (Quelle: Dezernat 1)

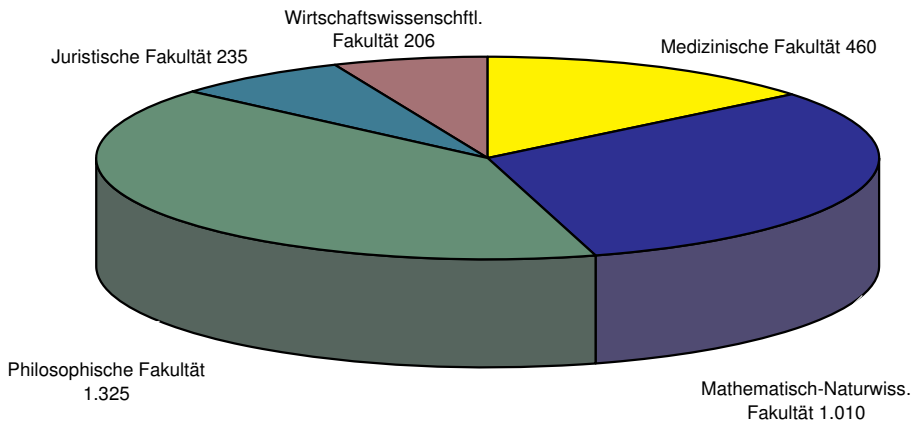
Herkunftsländer	WS 2004/2005	WS 2005/2006	WS 2006/2007	WS 2007/2008	WS 2008/2009
Türkei	305	307	315	266	267
Russische Föderation	165	172	174	169	167
Polen	199	195	188	151	131
Ukraine	128	132	140	129	125
Bulgarien	131	147	154	135	118
Griechenland	138	136	132	122	117
Marokko	137	149	163	143	115
Georgien	90	106	98	106	108
China (VR) (einschl. Tibet)	131	125	132	113	104
Iran	89	88	86	76	83
Italien	71	64	69	66	62
Tunesien	24	30	46	52	55
Süd Korea	75	61	69	62	54
Jugoslawien (Serbien, Montenegro)	82	80	74	44	50
Kamerun	48	52	56	54	48
Bosnien-Herzegowina	49	50	49	41	47
Kroatien	71	65	62	59	46
Syrien	28	33	36	34	39
Weissrussland (Belarus)	33	33	31	35	31
Rumänien	28	35	35	29	29
Spanien	47	38	35	29	29
Mazedonien	26	26	23	27	24
Litauen	22	22	22	18	24
Japan	40	29	27	24	23
Israel	26	23	25	24	23
Indien	32	32	31	23	21
Portugal	15	17	21	19	21
Kenia	5	8	10	14	20
Vietnam	12	13	21	21	18
Österreich	19	22	19	18	18
Niederlande	21	20	21	17	18
Großbritannien	35	29	24	16	16
Albanien	9	13	11	10	16
Moldau, Republik	13	15	15	18	15
Ägypten	14	16	16	14	15
Mongolei	21	19	15	13	14
Usbekistan	6	7	8	11	14
Indonesien	9	14	11	15	13
Kasachstan	10	10	14	11	13
Frankreich	35	29	17	16	12
Libanon	7	7	9	14	12
Irak	10	11	14	12	12
Estland	13	16	15	11	12
Brasilien	13	13	13	12	11
Ungarn	28	20	17	14	10
USA	14	12	13	13	10
Senegal	13	17	19	12	10
Kirgisien	8	11	10	11	10
Luxemburg	12	9	9	11	10
sonstige <sup>1</sup>	260	251	262	248	265
<b>Summe</b>	<b>2.817</b>	<b>2.829</b>	<b>2.876</b>	<b>2.602</b>	<b>2.525</b>

Nur Studierende mit angestrebtem Abschluss, ohne Gasthörer, Beurlaubte und Besucher Deutschkurs. <sup>1</sup> Zusammenfassung von Herkunftsländern, denen im WS 2008/2009 weniger als 10 Studierende angehörten, sowie von Staatenlosen und sonstigen Fällen.

Studierende insgesamt (Personen) im ersten Studienfach in den Fakultäten, WS 2008/2009



Studienanfänger/innen (Personen) im ersten FS in den Fakultäten WS 2008/2009

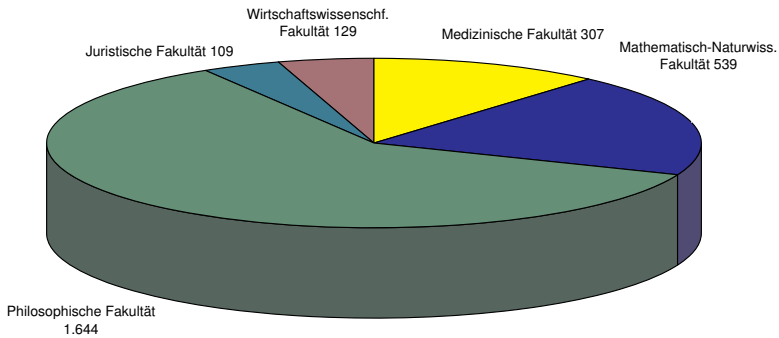


## Studienabschlüsse (Prüfungen/Personen) im Studienjahr 2008 (Quelle: Prüfungsamt)

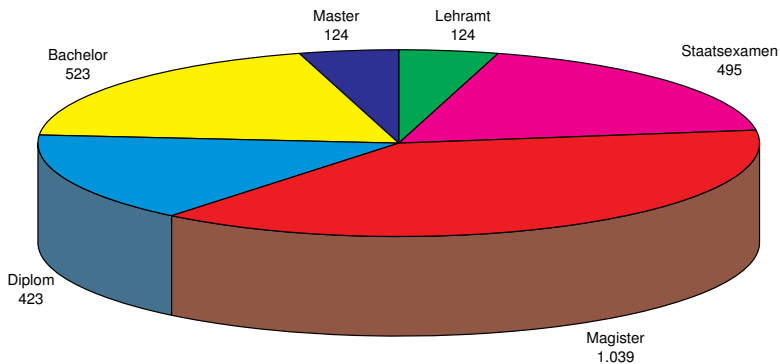
Abschluss →	Bachelor integrativ	Bachelor Kombination	Diplom	Magister	Master	Lehramt	Staats- examen	Summe
Fach ↓								
Allgemeine Sprachwissenschaft	0	0	0	32	0	0	0	32
Anglistik/Englisch	0	25	0	164	3	17	0	209
Antike Kultur	0	3	0	0	0	0	0	3
Erziehungswissenschaft	0	0	11	30	0	6	0	47
Germanistik/Deutsch	0	48	0	379	3	20	0	450
Geschichte	0	34	0	98	6	8	0	146
Griechisch	0	0	0	1	0	0	0	1
Informationswissenschaft	0	5	0	68	0	0	0	73
Informationswiss. u. Sprachtechnologie	5	0	0	0	0	0	0	5
Jiddische Kultur, Sprache u. Literatur	0	1	0	2	0	0	0	3
Jiddistik	0	0	0	0	0	0	0	0
Jüdische Studien	0	2	0	3	0	0	0	5
Kommunikations- u. Medienwissenschaft	0	27	0	0	0	0	0	27
Kunstgeschichte	0	15	0	17	9	5	0	46
Latein	0	0	0	0	0	1	0	1
Linguistik	18	9	0	0	1	0	0	28
Literaturübersetzen	0	0	15	0	0	0	0	15
Medienwissenschaft	0	0	0	45	0	0	0	45
Medien- u. Kulturwissenschaft	56	0	0	0	0	0	0	56
Medienkulturanalyse	0	0	0	0	27	0	0	27
Modernes Japan	0	14	0	17	0	0	0	31
Musikwissenschaft	0	1	0	6	0	0	0	7
Philosophie	0	12	0	33	2	9	0	56
Politikwissenschaft	0	21	0	43	0	0	0	64
Politische Kommunikation	0	0	0	0	11	0	0	11
Psychologie*	0	0	0	5	0	0	0	5
Romanistik/Französisch/Italienisch/Spanisch	0	20	0	31	0	17	0	68
Sozialwissenschaften	109	0	0	0	18	0	0	127
Soziologie	0	7	0	31	0	1	0	39
Sport	0	0	0	3	0	14	0	17
<b>Philosophische Fakultät</b>	<b>188</b>	<b>244</b>	<b>26</b>	<b>1.008</b>	<b>80</b>	<b>98</b>	<b>0</b>	<b>1.644</b>
Recht f. ausländische Juristen	0	0	0	4	0	0	0	4
Rechtswissenschaft	0	0	0	0	0	0	105	105
<b>Juristische Fakultät</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>109</b>
Betriebswirtschaftslehre	0	0	129	0	0	0	0	129
<b>Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>
Biochemie	15	0	0	0	14	0	0	29
Biologie	6	0	121	0	1	11	0	139
Chemie	5	0	40	0	0	4	0	49
Geographie	0	0	0	8	0	2	0	10
Informatik	38	0	0	0	23	0	0	61
Mathematik	17	0	23	0	5	4	0	49
Pharmazie	0	0	0	0	0	0	102	102
Physik	10	0	19	0	1	5	0	35
Psychologie	0	0	36	0	0	0	0	36
Wirtschaftschemie**	0	0	29	0	0	0	0	29
<b>Mathematisch-Naturwiss. Fakultät</b>	<b>91</b>	<b>0</b>	<b>268</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>26</b>	<b>102</b>	<b>539</b>
Public Health	0	0	0	19	0	0	0	19
Medizin	0	0	0	0	0	0	240	240
Zahnmedizin	0	0	0	0	0	0	48	48
<b>Medizinische Fakultät</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>288</b>	<b>307</b>
<b>Hochschule gesamt</b>	<b>279</b>	<b>244</b>	<b>423</b>	<b>1.039</b>	<b>124</b>	<b>124</b>	<b>495</b>	<b>2.728</b>
<b>Personen</b>	<b>279</b>	<b>122</b>	<b>423</b>	<b>375</b>	<b>124</b>	<b>62</b>	<b>495</b>	<b>1.880</b>

\* Magister Nebenfach. \*\* Gemeinschaftlicher Studiengang von Wirtschaftswissenschaftlicher und Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Fakultät.

Studienabschlüsse in den Fakultäten Studienjahr 2008



Studienabschlüsse nach Abschlussarten, Studienjahr 2008



## Habilitationen und Promotionen im Studienjahr 2008

	Studienjahr 2008	
	Habilitationen	Promotionen
Math.-Nat. Fakultät	6	99
Philosophische Fakultät	5	27
Juristische Fakultät	0	19
Wirtschaftswiss. Fakultät	0	5
Medizinische Fakultät	17	128
<b>Summe</b>	<b>28</b>	<b>278</b>

(Studienjahr: WS 2007/2008 u. SS 2008)

## Universitäts- und Landesbibliothek

	2003/2004	2004/2005	2006	2007	2007
Aktive Benutzerinnen und Benutzer	25.043	22.937	21.842	21.911	22.975
Besucherinnen und Besucher	854.698	849.026	1.239.857	1.882.771	1.990.903
Öffnungszeiten pro Woche	81	88	88	110	110
Ausleihen	1.306.006	1.399.299	1.405.088	1.154.189	1.061.237
Vormerkungen	79.455	53.070	45.481	44.570	40.221
Versandte Fernleihen	30.613	32.208	39.827	37.254	35.656
Erhaltene Fernleihen	32.532	29.475	40.026	36.102	33.366
Gesamtbestand nach Buchbindereinheiten	2.496.906	2.494.906	2.467.861	2.411.832	2.399.451
Neuzugang nach Bänden	32.580	34.748	34.841	37.494	43.511
laufend gehaltene gedruckte Zeitschriften	6.128	5.539	4.819	4.242	4.127
laufend gehaltene elektronische Zeitschriften	4.580	5.249	6.724	9.294	12.010
abbestellte Zeitschriften	391	548	585	104	157
Lizenzierte Datenbanken	47	384	703	404	500
Zugriffe auf die Homepage	3.610.404	4.413.007	18.985.317	1.116.511	2.451.429
Besuche Online-Katalog	611.758	604.100	680.598	2.360.890	3.033.516
Subskribierenden Newsletter	2.017	1.895	1.737	1.682	1.633
Schulungsstunden für Nutzerinnen und Nutzer	69	98	303	435	397
Zahl der Teilnehmenden an Schulungen	1.068	3.228	6.444	5.145	7.265
Ausstellungen	6	5	5	5	5
Publikationen der ULB	12	15	22	11	12

## ZIM - Zentrum für Informations- und Medientechnologie

	2004	2005	2006	2007	2008
Benutzerinnen und Benutzer	16.821	16.842	24.553	23.728	23.029
E-Mails pro Tag	80.000	95.000	204.800	840.000	520.000
virenverseuchte E-Mails pro Tag <sup>1</sup>	2.000	6.800	2.000	960	1.344
Spam-E-Mails pro Tag <sup>1</sup>	*	68.000	150.000	750.000	490.500
Web-Zugriffe pro Tag	771.500	920.068	1.044.785	1.139.051	1.226.681
Netzanschlüsse auf dem Campus	12.433	13.358	14.020	15.230	16.096
Switches/Router (Ports)	7.148	7.710	8.201	9.306	10.175
WLAN Access-Points	50	53	53	80	128
Studierenden-Arbeitsplätze im ZIM	261	261	261	263	247
Chipkarten für Druckdienst	1.600	*	*	*	*
Druckseiten	203.534	*	*	*	*
Posterdruck, Laminieren	2.282	2.654	2.700	2.700	3.147
Zahl der Lehrveranstaltungen	94	95	83	79	*
Zahl der Teilnehmenden	2.012	2.021	1.587	1.217	*
durchgeführte Tagungen/Kongresse	3	2	*	*	*
Zahl der Teilnehmenden	550	370	*	*	*
Pools von Ausleihgeräten:					
Notebooks	52	47	50	67	71
Notebooks (Projekt Notebook-Univ.)	42	42	42	*	*
Beamer	65	47	47	42	47
sonstige Geräte		100	100	107	31
Zahl der Ausleihen (Beamer, Notebooks, Recorder, Kameras, Audiogeräte)	8.058	10.661	19.476	*	19.866
Medienproduktionen (Bild, Audio, Video, Animationen)	2.263	1.227	664	*	724

\* Einige Kennzahlen wurden neu aufgenommen, andere hingegen nicht mehr ausgewertet.

<sup>1</sup> Zahlen für 2006 geschätzt.



# Autorinnen und Autoren

**Univ.-Prof. Dr. Peter Albers**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Lehrstuhl für Urologie  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Direktor der Urologischen Klinik

Gebäude 13.72  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18110/18111  
Telefax: 0211/81-18676  
urologie@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Ricarda Bauschke-Hartung**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Germanistik III  
Lehrstuhl für Ältere Deutsche Sprache und Literatur

Gebäude 23.21.02.45  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12953  
Telefax: 0211/81-11959  
bauschke@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Julia Bee, M.A.**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Institut für Kultur und Medien

Gebäude 23.03  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13902  
julia.bee@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dieter Birnbacher**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Lehrstuhl für Praktische Philosophie

Gebäude 23.21.04.75  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12912  
Telefax: 0211/81-15651  
dieter.birnbacher@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Bruno Bleckmann**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Historisches Seminar III  
Lehrstuhl für Alte Geschichte

Gebäude 23.31.05.37  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12994  
Telefax: 0211/81-13332  
altegeschichte@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Michael Bott**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Lehrstuhl für Biotechnologie  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Biotechnologie 1

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-5515  
Telefax: 02461/61-2710  
m.bott@fz-juelich.de

**Ingo Breuer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Zentrum für Informations- und  
Medientechnologie

Gebäude 25.41  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
inbre001@uni-duesseldorf.de

**Dr. Stephanie Bringer-Meyer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Biotechnologie 1

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-3476  
Telefax: 02461/61-2710  
st.bringer-meyer@fz-juelich.de

**Dr. Melanie Brocker**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Biotechnologie 1

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-5168  
Telefax: 02461/61-2710  
m.brocker@fz-juelich.de

**Dr. Markus Butz**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Institut für Klinische Neurowissenschaft  
Medizinische Psychologie

Gebäude 13.54.01.28  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18415  
Telefax: 0211/81-19033  
markus.butz@uni-duesseldorf.de

**Dr. Miriam M. Cortese-Krott**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Kardiologisches Labor

Gebäude 14.85  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
miriam.cortese@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Simone Dietz**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Philosophisches Institut

Gebäude 23.21.04.69  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12921  
Telefax: 0211/81-11750  
simone.dietz@uni-duesseldorf.de

**Dr. Gabriele Dreis**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitäts- und Landesbibliothek  
Leiterin des Dezernats Sondersammlungen

Gebäude 24.41.01.73  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15224  
Telefax: 0211/81-13054  
dreis@ub.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Klaus-Dieter Drüen**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Juristische Fakultät  
 Lehrstuhl für Unternehmenssteuerrecht

Gebäude 24.81.U1.50  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15867  
 Telefax: 0211/81-15870  
 klaus-dieter.drueen@uni-duesseldorf.de

**Dr. Christian Dumpitak**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Physikalische Biologie  
 Geschäftsführender Koordinator der  
 NRW-Forschungsschule BioStruct

Gebäude 26.12.U1.74  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15314  
 dumpitak@uni-duesseldorf.de

**Dr. Lothar Eggeling**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Forschungszentrum Jülich GmbH  
 Biotechnologie 1

52425 Jülich  
 Telefon: 02461/61-5132  
 Telefax: 02461/61-2710  
 l.eggeling@fz-juelich.de

**Dr. Jens Eckel**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Physik  
 Institut für Theoretische Physik IV

Gebäude 25.22.02.62  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15969  
 eckelj@thphy.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Reinhold Egger**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Physik  
 Institut für Theoretische Physik  
 Lehrstuhl IV: Festkörperphysik

Gebäude 25.32.03.45  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-14710  
 Telefax: 0211/81-15630  
 egger@thphy.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Guido Förster**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen  
 Fakultät  
 Dekanat der Wirtschaftswissenschaftlichen  
 Fakultät

Gebäude 23.32.01.64  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13620  
 Telefax: 0211/81-15353  
 wiwifak@uni-duesseldorf.de

**Dr. Roland Freudl**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Biotechnologie 1

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-3472  
Telefax: 02461/61-2710  
r.freudl@fz-juelich.de

**Dr. Julia Frunzke**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Biotechnologie 1

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-5430  
Telefax: 02461/61-2710  
J.Frunzke@fz-juelich.de

**Dr. Susanne Aileen Funke**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
ISB-3: Strukturbiochemie

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-6940  
A.Funke@fz-juelich.de

**Dipl.-Ök. Jan Gerken**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Leiter des Dezernates für  
Hochschulmanagement  
Chief Information Officer

Gebäude 16.11.03.22  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-10654  
Telefax: 0211/81-11413  
gerken@zuv.uni-duesseldorf.de

**Christoph Gierling**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Zentrum für Informations- und  
Medientechnologie

Gebäude 25.41  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
gierlinc@uni-duesseldorf.de

**Univ. Prof. Dr. Reinhold Görling**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Institut für Kultur und Medien

Gebäude 23.02.02.71  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15733/13471  
Telefax: 0211/81-15732  
goerling@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Fritz Grunewald**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Mathematisches Institut  
Lehrstuhl für Algebra und Zahlentheorie

Gebäude 25.22.03.50  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-11364  
Telefax: 0211/81-15862  
fritz@math.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. em. Dr. Ulrich Hadding**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mitglied des Hochschulrats

Gebäude 16.11.03  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-10652  
Telefax: 0211/81-12098  
ulrichhadding@yahoo.de

**Andrew Hammel, LL.M. (Harvard)**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Juristische Fakultät  
Juniorprofessur für amerikanisches Recht

Gebäude 24.81.U1.51  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-10621  
Telefax: 0211/81-11452

**PD Dr. Dr. Jörg Handschel**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie,  
Westdeutsche Kieferklinik

Gebäude 18.73.02.228  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-16721  
Telefax: 0211/81-18877  
handschel@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Johannes H. Hegemann**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
Lehrstuhl für Funktionelle Genomforschung der  
Mikroorganismen

Gebäude 25.02.U1.23  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13733  
Telefax: 0211/81-13724  
johannes.hegemann@uni-duesseldorf.de

**Dr. Ulrich Heimeshoff**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
Institut für Wettbewerbsökonomie

Gebäude 23.31.01.30  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15495  
Telefax: 0211/81-15499  
Ulrich.Heimeshoff@dice.uni-duesseldorf.de

**Dr. Ulrike B. Hendgen-Cotta**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Kardiologisches Labor

Gebäude 14.85  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
ulrike.hendgen-cotta@uni-duesseldorf.de

**Dr. Philip Hepp**  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Frauenklinik

Gebäude 14.75  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18224  
Telefax: 0211/81-18407  
philip.hepp@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Henriette Herwig**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Germanistik II: Neuere Deutsche  
 Literaturwissenschaft  
 Lehrstuhl für Neuere Deutsche Philologie

Gebäude 23.21.01.55  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12947  
 Telefax: 0211/81-15941  
 herwig@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Dr. Manfred Heydthausen**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Zentrum für Informations- und  
 Medientechnologie  
 Leiter des Multimediazentrums

Gebäude 14.77  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-19734  
 Telefax: 0211/81-19741  
 heydth@uni-duesseldorf.de

**Dr. Patrick Horn**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Kardiologisches Labor

Gebäude 14.85  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 patrick.horn@med.uni-duesseldorf.de

**Dr. Wolfgang Hoyer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche-Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Physikalische Biologie

Gebäude 26.12.U1.45  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15153  
 Telefax: 0211/81-15167  
 wolfgang.hoyer@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Andrea von Hülsen-Esch**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Seminar für Kunstgeschichte

Gebäude 23.32.04.62  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15214  
 Telefax: 0211/81-12701  
 huelsen-esch@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger**

Institut für Molekulare Enzymtechnologie  
 der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Forschungszentrum Jülich  
 52428 Jülich  
 Telefon: 02461-613716  
 Telefax: 02461-612490  
 karl-erich.jaeger@fz-juelich.de

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Mikrobiologie  
 Lehrstuhl für Mikrobiologie

Gebäude 26.12.01  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-14720  
 Telefax: 0211/81-15370  
 gurk@uni-duesseldorf.de (Sekretariat)

**PD Dr. Marcus Jäger**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Orthopädische Klinik

Gebäude 18.11.03.27  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18580  
Telefax: 0211/81-16693  
jaeger@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Janni**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Lehrstuhl für Frauenheilkunde und Geburtshilfe  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Direktor der Frauenklinik

Gebäude 14.75  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-17501  
Telefax: 0211/81-18483  
wolfgang.janni@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dres. h.c. Gert Kaiser**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Präsident  
der Gesellschaft von Freunden und Förderern der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf e.V.  
Rector emeritus der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

Gebäude 23.11.01.24  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15001  
kaiser@uni-duesseldorf.de

Ernst-Schneider-Platz 1  
40212 Düsseldorf  
Telefon: 0211/3557341  
Telefax: 0211/3557340  
FreundeundFoerderer.HHUni@duesseldorf.ihk.de

**Dipl.-Volksw. Othmar Kalthoff**

Geschäftsführer der Gesellschaft von Freunden  
und Förderern der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf e.V.

Ernst-Schneider-Platz 1  
40212 Düsseldorf  
Telefon: 0211/3557341  
Telefax: 0211/3557340  
FreundeundFoerderer.HHUni@duesseldorf.ihk.de

**Univ.-Prof. Dr. Malte Kelm**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Lehrstuhl für Kardiologie  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Direktor der Klinik für Kardiologie, Pneumolo-  
gie und Angiologie

Gebäude 13.54  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18801  
Telefax: 0211/81-18812  
malte.kelm@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Thomas Klein**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Genetik  
 Lehrstuhl für Genetik

Gebäude 26.02.02  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13504  
 Telefax: 0211/81-12279  
 thomas.klein@uni-duesseldorf.de

**Prof. Dr. Gesine Kögler**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Institut für Transplantationsdiagnostik und  
 Zelltherapeutika

Gebäude 14.88  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-04342  
 Telefax: 0211/81-04340  
 koegler@itz.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Hans Körner**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Seminar für Kunstgeschichte  
 Lehrstuhl für Kunstgeschichte

Gebäude 23.32.04.78  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12080  
 Telefax: 0211/81-12701  
 hans.koerner@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Rüdiger Krauspe**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Medizinische Fakultät  
 Lehrstuhl für Orthopädie  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Direktor der Orthopädischen Klinik

Gebäude 18.11.03.44  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-17960  
 Telefax: 0211/81-16281  
 hemmers@med.uni-duesseldorf.de  
 (Sekretariat)

**Univ.-Prof. Dr. Dr. Norbert Kübler**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Medizinische Fakultät  
 Lehrstuhl für Kiefer- und Plastische  
 Gesichtschirurgie  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Direktor der Klinik für Kiefer- und Plastische  
 Gesichtschirurgie, Westdeutsche Kieferklinik

Gebäude 18.73.01.14  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-18180  
 Telefax: 0211/81-18877  
 kuebler@med.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dr. Alfons Labisch, M.A.**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Medizinische Fakultät  
 Direktor des Instituts für Geschichte der Medizin  
 Lehrstuhl für Geschichte der Medizin  
 Rector emeritus der Heinrich-Heine-Universität  
 Düsseldorf

Gebäude 23.12.04.43  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13940  
 Telefax: 0211/81-13949  
 instgeschmed@uni-duesseldorf.de



**Univ.-Prof. Dr. Eckhard Lammert**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche-Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Stoffwechselfysiologie/Zoophysiologie

Gebäude 26.12.00.80  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-14990  
 Telefax: 0211/81-13897  
 Lammert@uni-duesseldorf.de

**PD Dr. Karl Sebastian Lang**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und  
 Infektiologie

Gebäude 13.54  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13844  
 Telefax: 0211/81-13421  
 karlslang@gmail.com

**Annika Laux, M.A.**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Sozialwissenschaftliches Institut  
 Politik II

Gebäude 23.32.05  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15293  
 Telefax: 0211/81-14532  
 annika.laux@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dirk Looschelders**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Dekan der Juristischen Fakultät  
 Dekanat der Juristischen Fakultät

Gebäude 24.91.U1.67  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-11414  
 Telefax: 0211/81-11431  
 dekanat.jura@uni-duesseldorf.de

**PD Dr. Peter Lorscheid**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
 Fachgebiet Statistik und Ökonometrie

Gebäude 23.31.01.66  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15307  
 Telefax: 0211/81-15313  
 peter.lorscheid@online.de

**Kathrin Lucht-Roussel, M.A., M.L.I.S.**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitäts- und Landesbibliothek

Gebäude 24.41.ZG.81  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12029  
 lucht@ub.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Roger Lüdeke**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Anglistisches Institut IV  
 Lehrstuhl für neuere englische Literatur

Gebäude 23.32.04.23  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12964  
 Telefax: 0211/81- 11443  
 roger.luedeke@phil.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Michiko Mae**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Ostasien-Institut  
Lehrstuhl Modernes Japan I

Gebäude 23.02.02.86  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-14329  
Telefax: 0211/81-14714  
mae@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. William Martin**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
Institut für Ökologische Pflanzenphysiologie  
Lehrstuhl für Botanik

Gebäude 26.13.01.34  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13011  
Telefax: 0211/81-13554  
w.martin@uni-duesseldorf.de

**Dr. Jens Metzdorf**

Stadtarchiv Neuss  
Archivdirektor

Oberstraße 15  
41460 Neuss  
Telefon: 02131/904250  
Telefax: 02131/902433  
jens.metzdorf@stadt.neuss.de

**Dr. Sonja Meyer zu Berstenhorst**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Wissenschaftliche Einrichtung Chemie  
Institut für Bioorganische Chemie  
Forschungszentrum Jülich GmbH

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-5995  
Telefax: 02461/61-6196  
S.Meyer.zu.Berstenhorst@fz-juelich.de

**Dipl.-Math. Robert Monser**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Zentrum für Informations- und  
Medientechnologie  
Multimediazentrum

Gebäude 14.77  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-19733  
Telefax: 0211/81-19741  
monser@uni-duesseldorf.de

**Dr. Volker Müller-Mattheis**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Urologische Klinik

Gebäude 13.72  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-04938  
Telefax: 0211/81-16440  
mattheis@uni-duesseldorf.de

**Dr. Christian Naujoks**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie,  
Westdeutsche Kieferklinik

Gebäude 18.73.01.116  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-18189  
Telefax: 0211/81-18877  
christian.naujoks@med.uni-duesseldorf.de

**Dr. Dieter Niederacher**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Molekulargenetisches Labor der Frauenklinik

Gebäude 23.12.04  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15319  
Telefax: 0211/81-10609  
niederac@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Stephan Olbrich**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Institut für  
Informatik  
Lehrstuhl für IT-Management

Gebäude 25.12.01.28  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-10427

Direktor des Zentrums für Informations- und  
Medientechnologie

Gebäude 25.41.02  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13900  
Telefax: 0211/81-12539  
olbrich@uni-duesseldorf.de

**Dr. Sofia Ortlepp**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Pharmazie  
Institut für Pharmazeutische Biologie und Bio-  
technologie

Gebäude 26.23.00.40  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-14163  
Telefax: 0211/81-11923

**Univ.-Prof. Dr. Jiří Pešek, CSc.**

Karls-Universität Prag  
Lehrstuhl für Deutsch-Österreichische Studien

Telefon: +420 251-080-250/252  
Telefax: +420 251- 620-294  
pesek@fsv.cuni.cz

**Univ.-Prof. Dr. Klaus Pfeffer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Prorektor für Strukturentwicklung  
Medizinische Fakultät  
Institut für Medizinische Mikrobiologie und  
Krankenhaushygiene  
Lehrstuhl für Medizinische Mikrobiologie

Gebäude 22.21.00.49  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12459  
Telefax: 0211/81-15906  
klaus.pfeffer@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Reinhard Pietrowsky**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Psychologie  
 Institut für Experimentelle Psychologie  
 Lehrstuhl für Klinische Psychologie

Gebäude 23.03.U1.49  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12140  
 Telefax: 0211/81-14261  
 R.Pietrowsky@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Jörg Pietruszka**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Wissenschaftliche Einrichtung Chemie  
 Institut für Bioorganische Chemie  
 Lehrstuhl für Bioorganische Chemie  
 Forschungszentrum Jülich GmbH

52425 Jülich  
 Telefon: 02461/61-4158  
 Telefax: 02461/61-6196  
 j.pietruszka@fz-juelich.de

**Univ.-Prof. Dr. Dr. H. Michael Piper**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Rektor der Heinrich-Heine-Universität  
 Düsseldorf

Gebäude 16.11.01.53  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-10000/1  
 Telefax: 0211/81-15193  
 rektor@uni-duesseldorf.de

**Dr. Max Plassmann**  
 ehemaliger Leiter des Universitätsarchivs  
 jetzt:  
 Historisches Archiv der Stadt Köln

Severinstraße 222–228  
 50676 Köln  
 Telefon: 0221/221-22330  
 Telefax: 0221/221-22480  
 max.plassmann@stadt-koeln.de

**Dr. Tino Polen**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Forschungszentrum Jülich GmbH  
 Biotechnologie 1

52425 Jülich  
 Telefon: 02461/61-5568  
 t.polen@fz-juelich.de

**Dr. Bettina Pollok**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Medizinische Fakultät  
 Institut für Klinische Neurowissenschaft  
 Medizinische Psychologie

Gebäude 23.02.03.46  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-10767  
 Telefax: 0211/81-13015  
 bettina.pollok@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Peter Proksch**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Pharmazie  
Institut für Pharmazeutische Biologie und  
Biotechnologie  
Lehrstuhl für Pharmazeutische Biologie

Gebäude 26.23.00.40  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-14163  
Telefax: 0211/81-11923  
proksch@uni-duesseldorf.de

**Dr. Robert Rabenalt**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Klinik für Urologie

Gebäude 13.71.  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-16271  
Telefax: 0211/81-18676  
robert.rabenalt@med.uni-duesseldorf.de

**Dr. Uwe Rascher**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich  
Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre  
ICG-3: Phytosphäre

52425 Jülich  
Telefon: 02461/612638  
u.rascher@fz-juelich.de

**Dr. Stephan Raub**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Zentrum für Informations- und  
Medientechnologie

Gebäude 25.41.02.32  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13911  
Telefax: 0211/81-13466

Mathematisch-Naturwissenschaftliche-Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Chemie  
Institut für Theoretische Chemie und Computer-  
chemie

Gebäude 26.32.03  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13911  
Telefax: 0211/81-13466  
raub@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. em. Dr. Detlev Riesner**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mitglied des Hochschulrats  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
Institut für Physikalische Biologie

Gebäude 26.12.U1.12  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-14840  
riesner@biophys.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Ernst Theodor Rietschel**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mitglied des Hochschulrats  
Präsident der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e.V.

Gebäude 16.11.03  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-10652  
Telefax: 0211/81-12098  
praesident@leibniz-gemeinschaft.de

**Univ.-Prof. Dr. Michael Roden**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Lehrstuhl für Innere Medizin  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Direktor der Klinik für Stoffwechselkrankheiten

Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-04820  
michael.roden@uni-duesseldorf.de

Wissenschaftlicher Direktor des Deutschen  
Diabetes-Zentrums  
Direktor des Instituts für Klinische Diabetologie

Auf'm Hennekamp 65  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/3382-201  
Telefax: 0211/3382-691  
Michael.Roden@ddz.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Stefan Rohrbacher**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Institut für Jüdische Studien

Gebäude 23.12.01.25  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-15852  
Telefax: 0211/81-15859  
rohrbacher@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Ulrich Rüther**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Dekan der Mathematisch-  
Naturwissenschaftliche Fakultät  
Dekanat der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

Gebäude 25.32.00.30  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12235  
Telefax: 0211/81-15191  
Dekan@mail.math-nat-fak.uni-duesseldorf.de

**Dipl.-Psych. Melanie Schichl**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Psychologie  
Institut für Experimentelle Psychologie  
Abteilung für Klinische Psychologie

Gebäude 23.03.U1.45  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81- 12146  
Telefax: 0211/81- 14261  
melanie.schichl@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Horst Schlehofer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Juristische Fakultät  
Professur für Strafrecht und Strafprozessrecht

Gebäude 24.81.01.43  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12379  
Telefax: 0211/81-11468  
Horst.Schlehofer@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Dr. Dirk Schmidtman**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre

Gebäude 23.32.U1.27  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-14798  
Telefax: 0211/81-10624  
schmidtman@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Alfons Schnitzler**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Medizinische Fakultät  
Institut für Klinische Neurowissenschaften und  
Medizinische Psychologie  
Lehrstuhl für Klinische Neurowissenschaften  
und Medizinische Psychologie  
Zentrum für Bewegungsstörungen und Neuro-  
modulation der Neurologischen Klinik

Gebäude 23.02.03.51  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-11519  
Telefax: 0211/81-13015  
schnitza@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Ulrich Schurr**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Forschungszentrum Jülich  
Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre  
ICG-3: Phytosphäre

52425 Jülich  
Telefon: 02461/61-3073  
Telefax: 02461/61-2492  
u.schurr@fz-juelich.de

**Sven Seibel, M.A.**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Philosophische Fakultät  
Institut für Kultur und Medien

Gebäude 23.03.02.23  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-13902  
sven.seibel@uni-duesseldorf.de

**Dr. Irmgard Siebert**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Leitende Direktorin der Universitäts- und  
Landesbibliothek

Gebäude 24.41.ZG.61  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12030  
Telefax: 0211/81-13054  
Siebert@ub.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Hans T. Siepe**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Dekan der Philosophischen Fakultät  
 Dekanat der Philosophischen Fakultät

Gebäude 23.21.00.63  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12936  
 Telefax: 0211/81-12244  
 dekanat@phil-fak.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Heinz-Dieter Smeets**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät  
 Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre

Gebäude 23.31.01.73  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15286  
 Telefax: 0211/81-15261  
 smeetsd@uni-duesseldorf.de

**Dr. Ulla Stumpf**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Klinik für Unfall- und Handchirurgie

Gebäude 12.44  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-17393  
 Ulla.Stumpf@med.uni-duesseldorf.de

**Dr. Martin Südmeyer**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Zentrum für Bewegungsstörungen und Neuro-  
 modulation der Neurologischen Klinik

Gebäude 13.51.05.12  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-04492  
 Telefax: 0211/81-16525  
 martin.suedmeyer@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. em. Dr. Hans Süsmuth**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Philosophische Fakultät  
 Historisches Seminar VII  
 Redaktion des *Jahrbuchs der Heinrich-Heine-  
 Universität Düsseldorf*

Gebäude 23.31.02.21  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13919  
 Telefax: 0211/81-14875  
 suessmuth@uni-duesseldorf.de

**Dr. Julia Szendrödi**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Institut für Klinische Diabetologie  
 Deutsches Diabetes-Zentrum

Auf'm Hennekamp 65  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/3382-203  
 Julia.Szendroedi@ddz.uni-duesseldorf.de



**Univ.-Prof. Dr. Ulrich von Alemann**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Prorektor für Lehre und Studienqualität  
 Philosophische Fakultät  
 Sozialwissenschaftliches Institut  
 Lehrstuhl Politikwissenschaft II

Gebäude 23.32.05.62  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12399  
 Telefax: 0211/81-14532  
 alemann@uni-duesseldorf.de

**Dr. Achim Walter**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Forschungszentrum Jülich  
 Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre  
 ICG-3: Phytosphäre

52425 Jülich  
 Telefon: 02461/61-8684  
 Telefax: 02461/61-2492  
 a.walter@fz-jeulich.de

**Univ.-Prof. i.R. Dr. Horst Weber**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Pharmazie  
 Institut für Pharmazeutische und Medizinische  
 Chemie

Gebäude 26.32.U1.23  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-13846  
 Telefax: 0211/81-13847  
 horst.weber@uni-duesseldorf.de

**Prof. Dr. Peter Wernet**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsklinikum Düsseldorf  
 Institut für Transplantationsdiagnostik und Zell-  
 therapeutika

Gebäude 14.80  
 Moorenstraße 5  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-19544  
 Telefax: 0211/81-19147  
 peter.wernet@uni-duesseldorf.de

**Svenja Wester, B.A.**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsarchiv

Gebäude 23.03.02.40  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-15635  
 archiv@ub.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Peter Westhoff**  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
 Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
 Institut für Entwicklungs- und  
 Molekularbiologie der Pflanzen  
 Lehrstuhl für Entwicklungs- und Molekularbio-  
 logie der Pflanzen

Gebäude 26.03.02  
 Universitätsstraße 1  
 40225 Düsseldorf  
 Telefon: 0211/81-12338  
 Telefax: 0211/81-14871  
 west@uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Dieter Willbold**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Wissenschaftliche Einrichtung Biologie  
Institut für Physikalische Biologie  
Lehrstuhl für Physikalische Biologie  
Sprecher der NRW-Forschungsschule BioStruct

Gebäude 26.12.U1.84  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-11390  
dieter.willbold@uni-duesseldorf.de

**Rolf Willhardt**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Pressestelle

Gebäude 16.11  
Universitätsstraße 1  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-12439  
Telefax: 0211/81-15279  
willhardt@verwaltung.uni-duesseldorf.de

**Univ.-Prof. Dr. Joachim Windolf**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Dekan der Medizinischen Fakultät  
Dekanat der Medizinischen Fakultät

Gebäude 13.70.01.43  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-11550  
Telefax: 0211/81-04613  
med.dekanat@uni-duesseldorf.de

**Dr. Lars Wojtecki**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Zentrum für Bewegungsstörungen und Neuro-  
modulation der Neurologischen Klinik

Gebäude 13.51.05.12  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-04492  
Telefax: 0211/81-16525  
lars.wojtecki@uni-duesseldorf.de

**Dr. Christoph Zilkens**

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Universitätsklinikum Düsseldorf  
Orthopädische Klinik

Gebäude 18.12.00.17  
Moorenstraße 5  
40225 Düsseldorf  
Telefon: 0211/81-17964  
Telefax: 0211/81-16955  
Christoph.Zilkens@med.uni-duesseldorf.de



## **Redaktion**

### **Jahrbuch der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf**

Univ.-Prof. em. Dr. Hans Süßmuth  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Historisches Seminar  
Gebäude 23.31.02.21  
Universitätsstraße 1

40225 Düsseldorf

Telefon: 0211 81-13919

Telefax: 0211 81-14875

[suessmuth@uni-duesseldorf.de](mailto:suessmuth@uni-duesseldorf.de)