

Angelika Fütting-Lippert ·
Maria Eisenmann · Silke Grafe ·
Hans-Stefan Siller · Thomas Trefzger *Hrsg.*

RESEARCH

Digitale Medien in Lehr-Lern- Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive

Ergebnisse des Forschungsprojekts
Connected Teacher Education

OPEN ACCESS

 Springer VS

Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive

Angelika Fütting-Lippert · Maria Eisenmann ·
Silke Grafe · Hans-Stefan Siller ·
Thomas Trefzger
(Hrsg.)

Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive

Ergebnisse des Forschungsprojekts
Connected Teacher Education

 Springer VS

Hrsg.

Angelika Fütting-Lippert
Professional School of Education
Universität Würzburg
Würzburg, Deutschland

Silke Grafe
Lehrstuhl für Schulpädagogik
Universität Würzburg
Würzburg, Deutschland

Thomas Trefzger
Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik
Universität Würzburg
Würzburg, Deutschland

Maria Eisenmann
Lehrstuhl für Fachdidaktik – Moderne
Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der
englischen Sprache und Literatur
Universität Würzburg
Würzburg, Deutschland

Hans-Stefan Siller
Lehrstuhl für Mathematik V
Universität Würzburg
Würzburg, Deutschland



ISBN 978-3-658-45087-8

ISBN 978-3-658-45088-5 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detailierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar. Universität Würzburg

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en) 2025. Dieses Buch ist eine Open-Access-Publikation.

Open Access Dieses Buch wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Buch enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des/der betreffenden Rechteinhaber*in einzuholen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Carina Reibold

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Geleitwort

Prof. Dr. Andreas Dörpinghaus

Vizepräsident für Studium, Lehre und Qualitätsmanagement und Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Systematische Bildungswissenschaft (Leiter) an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. andreas.doerpinghaus@uni-wuerzburg.de

Die Verknüpfung von Digitalität und Bildung gehört zu den Schlüsselprozessen des 21. Jahrhunderts. Digitale Medien durchdringen alle Lebensbereiche, und nicht zuletzt verändert die zunehmende Digitalität Bildungsprozesse. Das beginnt bereits in der Schule, einem Ort, an dem junge Menschen mit Wissen und Kompetenzen ausgestattet werden sollen, um sich schließlich in einer digital formierten Welt bestmöglich entfalten und am gesellschaftlichen Leben aktiv teilhaben zu können. Kinder und Jugendliche sollen lernen, wie digitale Anwendungen funktionieren, wie man diese sinnvoll nutzen kann, welche möglichen Gefahren mit der Nutzung einhergehen und wie diese kritisch hinterfragt werden können (KMK2016). Die OECD (2019) spricht in diesem Zusammenhang von „Fähigkeiten für die Zukunft“. Medienkompetenz und Medienbildung sind zentrale Schlüsselkompetenzen unserer Zeit.

Damit steht die universitäre Lehrpersonenbildung vor der Herausforderung, Lehramtsstudierende auf ihre medien- und technologiebezogenen Erziehungs- und Bildungsaufgaben entsprechend vorzubereiten und digitalisierungsbezogene Kompetenzen in den Bereichen Lernen und Lehren zu fördern.

Als zweitgrößte lehrpersonenausbildende Universität im Freistaat Bayern ist es der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) ein besonderes Anliegen, sich dieser Herausforderung zu stellen. Angehende Lehrpersonen sind Multiplikatorinnen und Multiplikatoren, die Wissen und Kompetenzen an die nachfolgenden Generationen vermitteln und so in die Gesellschaft hineintragen. Insofern

ist es unabdingbar, dass Lehrende wie Studierende den kritischen Umgang mit digitalen Medien forschungsbasiert erproben, um den sich stets wandelnden Bedingungen einer Kultur der Digitalität bestmöglich begegnen zu können. Damit wird letztlich auch der Bedeutung der Lehrpersonenbildung für die JMU und die Gesellschaft insgesamt Rechnung getragen.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte und in der bundesweiten Initiative „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ verankerte Projekt „Connected Teacher Education“ (CoTeach) hat dabei eine herausragende Stellung an der JMU eingenommen. In CoTeach wurden von März 2020 bis Dezember 2023 digitale Lernkonzepte und Lernformate in der Lehrpersonenbildung entwickelt und erforscht. Die Besonderheit des Projektes liegt in der systematischen und interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Bildungswissenschaften, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften unter besonderer Berücksichtigung der Mensch-Computer-Interaktion und der strukturellen Anbindung an der Professional School of Education (PSE). Dieser übergreifende Ansatz ermöglicht es, innovative disziplin- und fachübergreifende Lernkontexte zu entwickeln, zu gestalten und zu evaluieren.

Die Vielfalt der Ergebnisse macht deutlich, wie komplex Digitalität in der Lehrpersonenbildung ist, welche umfangreiche Förderung medienpädagogischer, fachdidaktischer und informatischer Kompetenzen es bei Studierenden, Dozentinnen und Dozenten bedarf und nicht zuletzt welche Potenziale und Möglichkeiten Digitalität für eine nachhaltige und zukunftsfähige Bildung mit sich bringt. Diese müssen weiter erforscht sowie in die Lehre und Praxis transferiert werden.

CoTeach legt einen wichtigen Grundstein, um das Lernen und Lehren mit wie auch über (adaptive) Technologien, Virtual Reality und Augmented Reality u. v. m. mit dem Ziel der Kompetenzvermittlung weiterzuentwickeln, um nicht zuletzt den Transfer und die Digitalisierung an der JMU zu ermöglichen und zu fördern. Die gelebte Konnektivität und Ko-Konstruktion auf Projektebene hat das Potenzial eines Katalysators für die bereits bestehende Zusammenarbeit und etablierten Strukturen auf Universitätsebene.

Mit der PSE als zentrale Einrichtung für das Lehramtsstudium und ihrem Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen (DigiLLabs@JMU), dem im Jahr 2023 gegründeten Zentrum für wissenschaftliche Bildung und Lehre (ZBL), dem hochschulweiten Förderprojekt Digitale Innovationen in der Lehre durch virtuelles und Blended E-Learning (WueDive) am ZBL sowie dem hochschuldidaktischen Weiterbildungsprogramm ProfiLehre hat die JMU bereits umfangreiche Strukturen für den interdisziplinären Austausch u. a. zur Digitalisierung in der Lehrpersonenbildung geschaffen. Mit der Weiterentwicklung und zunehmenden

Verstetigung der engen Verzahnung und Zusammenarbeit der Akteurinnen und Akteure wird die Aggregation medienpädagogischer, fachdidaktischer, fachwissenschaftlicher und organisatorischer Ergebnisse und Innovationen ermöglicht, die weitreichende Übertragung der Erkenntnisse auf alle Phasen der Lehrpersonenbildung vorbereitet und damit die Lehrpersonenbildung mit allen Akteurinnen und Akteuren an der JMU in vielfältiger Art und Weise aktiv, wissenschaftlich fundiert und nachhaltig für unsere digitale Gegenwart und Zukunft gestaltet.

März, 2024

Prof. Dr. Andreas Dörpinghaus

Gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Die Herausgabe des Sammelwerks 'Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive. Ergebnisse des Forschungsprojekts Connected Teacher Education' erfolgt im Rahmen des Projektes 'Connected Teacher Education (CoTeach)' und wurde im Rahmen der gemeinsamen 'Qualitätsoffensive Lehrerbildung' von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA2020 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der einzelnen Artikel des Sammelwerks liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Silke Grafe, Thomas Trefzger, Hans-Stefan Siller, Maria Eisenmann und Angelika Fütting-Lippert	
2	Über Elektrizität lernen mit AR-Applikation und Simulation	17
	Florian Frank, Christoph Stolzenberger und Thomas Trefzger	
3	Nachhaltiges Lernen an der Hochschule: Untersuchungen zu Randbedingungen der positiven Effekte von digitalen Übungstests auf das Behalten von Lehrinhalten	39
	Julia Glaser und Tobias Richter	
4	Innovative Lernumgebungen gestalten und evaluieren: Selbstreguliertes Lernen an der Hochschule unterstützen	49
	Moiken Jessen, Klaus Lingel und Roland Stein	
5	Auf der Suche Nach Dem Ästhetischen Moment Des Unterrichts . . .	63
	Stephanie Kasch, Manuel Neubauer und Jens Dreßler	
6	Professionelle Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathe- matischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen	83
	Sebastian Gerber und Hans-Stefan Siller	
7	Medienkompetenzen in inklusiven Grundschulklassen im Bereich Digital Storytelling	103
	Julia Warmdt, Henrik Frisch, Katharina Kindermann, Sanna Pohlmann-Rother und Christoph Ratz	

8 Segen Interaktiv: die Interdisziplinäre Entwicklung Eines Außerschulischen Lernortes zu Interreligiösen Segensräumen	121
Ilona Nord, Sara Wolf, Simon Luthe, Jörn Hurtienne und Leon Schleier	
9 Social Virtual Reality für Inter- und Transkulturelles Lernen und Lehren im Englischunterricht	141
Rebecca Hein, Jeanine Steinbock, Maria Eisenmann, Carolin Wienrich und Marc Erich Latoschik	
10 Interdisziplinäre Entwicklung eines Konzepts für die Weiterbildung von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung unter Nutzung von Social Virtual Reality.	159
Kristina Förster, Rebecca Hein, Carolin Wienrich, Marc Erich Latoschik und Silke Grafe	
11 Algorithmen erleben in Virtual Reality.	173
Erik Göbel, Daniela Andres, Kristof Korwisi, Marc Erich Latoschik und Martin Hennecke	

Autorenverzeichnis

Daniela Andres Institut für Informatik, Didaktik der Informatik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Jens Dreßler Institut für Pädagogik, Professur für Gymnasialpädagogik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof.in Dr. Maria Eisenmann Neuphilologisches Institut, Lehrstuhl für Fachdidaktik - Moderne Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der englischen Sprache und Literatur (Leiterin), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Florian Frank Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Henrik Frisch Institut für Sonderpädagogik, Pädagogik bei Geistiger Behinderung, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Kristina Förster Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Schulpädagogik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Dr.in Angelika Fütting-Lippert Professional School of Education, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Sebastian Gerber Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Dr. Julia Glaser Institut für Psychologie, Lehrstuhl für Psychologie IV, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Erik Göbel Institut für Informatik, Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof.in Dr. Silke Grafe Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Schulpädagogik (Leiterin), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Rebecca Hein Institut Mensch-Computer-Medien, Mensch-Technik-Systeme, Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Martin Hennecke Institut für Informatik, Professur für Didaktik der Informatik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Jörn Hurtienne Institut Mensch-Computer-Medien, Lehrstuhl für Psychologische Ergonomie (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg., Würzburg, Deutschland

Dr.in Moiken Jessen Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Pädagogik bei Verhaltensstörungen, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Stephanie Kasch Institut für Pädagogik, Gymnasialpädagogik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Dr.in Katharina Kindermann Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Kristof Korwisi Institut für Informatik, Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Marc Erich Latoschik Institut für Informatik, Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Dr. Klaus Lingel Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Pädagogik bei Verhaltensstörungen, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Simon Luthe Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, Lehrstuhl für Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Manuel Neubauer Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Systematische Bildungswissenschaft, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof.in Dr. Ilona Nord Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, Lehrstuhl für Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts (Leiterin), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof.in Dr. Sanna Pohlmann-Rother Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik (Leiterin), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Tobias Richter Institut für Psychologie, Lehrstuhl für Psychologie IV (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Christoph Ratz Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Pädagogik bei Geistiger Behinderung (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Leon Schleier Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, Lehrstuhl für Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Hans-Stefan Siller Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Roland Stein Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Pädagogik bei Verhaltensstörungen (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Jeanine Steinbock Neuphilologisches Institut, Lehrstuhl für Fachdidaktik - Moderne Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der englischen Sprache und Literatur, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Dr. Christoph Stolzenberger Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof. Dr. Thomas Trefzger Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik (Leiter), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Julia Warmdt Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Prof.in Dr. Carolin Wienrich Institut Mensch-Computer-Medien, Professur für Psychologie intelligenter interaktiver Systeme, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

Sara Wolf Institut Mensch-Computer-Medien, Lehrstuhl für Psychologische Ergonomie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland



Einleitung

1

Silke Grafe, Thomas Trefzger, Hans-Stefan Siller, Maria Eisenmann und Angelika Fütting-Lippert

1.1 Digitale Medien in der Lehrpersonenbildung an der JMU

Angesichts der Bedeutung digitaler Medien für Lebens- und Arbeitsbereiche sind Medienkompetenz und Medienbildung zu wichtigen Voraussetzungen für die

S. Grafe (✉)

Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Schulpädagogik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: silke.grafe@uni-wuerzburg.de

T. Trefzger

Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: thomas.trefzger@uni-wuerzburg.de

H.-S. Siller

Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: hans-stefan.siller@uni-wuerzburg.de

M. Eisenmann

Neuphilologisches Institut, Lehrstuhl für Fachdidaktik - Moderne Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der englischen Sprache und Literatur, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: maria.eisenmann@uni-wuerzburg.de

A. Fütting-Lippert

Professional School of Education, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: angelika.fueting-lippert@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_1

Teilhabe am gesellschaftlichen Leben geworden (Tulodziecki et al., 2021). Der Umgang mit digitalen Medien und Technologien sowie deren kritische Reflexion sind bedeutsame fächerübergreifende und fachintegrative Aufgaben für Schule und Unterricht (Schelhowe et al., 2009). Der universitären Lehrpersonenbildung kommt somit die wichtige Aufgabe zu, digitalisierungsbezogene Kompetenzen von Lehramtsstudierenden zu fördern, um diese auf das Lehren und Lernen mit digitalen Medien und die Wahrnehmung medien- und technologiebezogener Erziehungs- und Bildungsaufgaben vorzubereiten (Tulodziecki, 2012; Eickelmann et al., 2016; van Ackeren, 2019).

Zu medien- und digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden existiert seit vielen Jahren sowohl in den Bildungswissenschaften als auch in den Fachdidaktiken ein umfangreicher und intensiver Diskurs, der in bildungspolitischen Empfehlungen, Vereinbarungen und Entschlüssen zur Weiterentwicklung der universitären Lehrpersonenbildung aufgegriffen wird. Die Kultusministerkonferenz hat im Rahmen ihrer Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2016) die Bedeutsamkeit digitaler Medien für Lehre und Forschung in der Lehrpersonenbildung betont und diesbezügliche Anforderungen und Handlungsbedarfe formuliert. Wenige Jahre später verwies sie nochmals auf die Notwendigkeit der digitalisierungsbezogenen Professionalisierung in der Lehrpersonenbildung in Form von Erprobung und Reflexion der Potenziale digitaler Medien für das Lehren und Lernen (KMK, 2021). In diesem Sinne betonte auch die HRK im Jahr 2022 die hohe Verantwortung der Hochschulen und die Notwendigkeit entsprechender finanzieller Förderungen, um die Entwicklung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Studierenden und Lehrenden im Rahmen der Hochschulbildung ermöglichen zu können. Diese Förderung geht einher mit evidenzbasierten Erkenntnissen im Bereich der medien- und technologiebezogenen Erziehungs- und Bildungsaufgaben, sowohl aus Perspektive der Professionsforschung (z. B. Ganguin et al., 2023), domänenübergreifend (z. B. Kaspar et al., 2020; Irion et al., 2023) oder domänenspezifisch (z. B. Ball et al., 2018) als auch aus den Perspektiven der Schulforschung (z. B. Hascher et al., 2023) und der Unterrichtsforschung (z. B. Kiel et al., 2019).

Vor diesem Hintergrund wurde in der Lehrpersonenbildung der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) die Digitalisierung in Forschung und Lehre als zentraler Profildbereich in den letzten Jahren systematisch entwickelt. Im Jahr 2018 hat eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe an der Professional School of Education (PSE) unter Beteiligung aller lehrpersonenbildenden Fakultäten ein gemeinsames Konzept (PSE, 2018) erarbeitet. Auf der Basis von Rahmenvorstellungen und Kompetenzmodellen (Blömeke, 2000; Tulodziecki, 2012; Herzig et al., 2015; Tiede et al., 2016; KMK, 2016; DGfE Sektion Medienpädagogik, 2017)

wurden zunächst theoriegeleitet Aufgabenfelder für die Förderung medienbezogener Kompetenzen von Lehramtsstudierenden für das Lehren und Lernen mit und über digitale Medien in Schule und Unterricht formuliert (PSE, 2018). Diese umfassen:

- die Weiterentwicklung der eigenen Medienkompetenz, medientechnischer und informatischer Kompetenzen,
- die Nutzung von Medien bzw. digitalen Lernumgebungen für Lernprozesse und für Diagnostik,
- die Wahrnehmung von medienbezogenen Erziehungs- und Bildungsaufgaben sowie
- die Entwicklung schulspezifischer Medienkonzepte (PSE, 2018).

Auf dieser Basis wurden für jedes Aufgabenfeld systematisch Kompetenzerwartungen abgeleitet (PSE, 2018). Die Aufgabenfelder und Kompetenzerwartungen werden seitdem an der JMU durch ein dezentrales und integratives Konzept umgesetzt, das – ausgehend von der Verankerung digitalisierungsbezogener Inhalte in den Kerncurricula der Schulpädagogik und der Fachdidaktiken der Lehramtsprüfungsordnung I – Lerngelegenheiten bereitstellt, in deren Rahmen die Studierenden digitalisierungsbezogene Kompetenzen erwerben können.

Zur Förderung der interdisziplinären Vernetzung der Forschung hatte die PSE von 2017 bis 2020 ein Promotionskolleg eingerichtet, in dem auf Digitalisierung bezogene Unterrichts- und Professionalisierungsforschung in verschiedenen Dissertationsprojekten in den Erziehungswissenschaften und den Fachdidaktiken durchgeführt wurden. Die Profilbildung der interdisziplinären digitalisierungsbezogenen Forschung konnte von 2020 bis 2023 im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts Connected Teacher Education (CoTeach) (vgl. Abschn. 1.2) weitergeführt und intensiviert werden. Die nachhaltige Etablierung wird fortgesetzt.

Zur Organisationsentwicklung konnte durch Förderungen des Freistaates Bayern und der JMU ein Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen (DigiLLabs@JMU) an der PSE gegründet werden. Dort werden in fünf Fachgruppen-Netzwerken digitale Medien in Lehre und Forschung aus pädagogischer, pädagogisch-psychologischer und sonderpädagogischer Perspektive, aus Sicht der Didaktiken der geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächer und der MINT-Fächer sowie hinsichtlich ihrer medienpädagogischen und informatischen Bezüge in interdisziplinärer und transdisziplinärer Perspektive bearbeitet. Zudem wurden zur Weiterentwicklung der digitalen Infrastruktur über die bereits

in den verschiedenen Disziplinen vorhandenen Räume für digitales Lehren und Lernen und Lehr-Lern-Labore sechs weitere Räume mit derzeit in Schulen genutzten Medien sowie zukunftsweisenden Technologien durch die Netzwerke in Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum eingerichtet. Die digitalisierungsbezogene Professionalisierung von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung wird über hochschuldidaktische Angebote der DigiLLabs@JMU, z. B. zu E-Portfolios, in Zusammenarbeit mit dem Weiterbildungsprogramm ProfiLehre am Zentrum für wissenschaftliche Bildung und Lehre (ZBL) adressiert.

1.2 Das Projekt Connected Teacher Education

Die Profilbildung der interdisziplinären digitalisierungsbezogenen Forschung und Lehre an der JMU konnte durch die Förderung im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung des BMBF maßgeblich weitergeführt und intensiviert werden. Das Projekt „Connected Teacher Education (CoTeach) – Interdisziplinäre Zusammenarbeit in digitalen Lernkontexten und innovativen Lernformaten in der Lehrerbildung“ wurde durch das Sprecher:innenteam des Kompetenzzentrums für digitales Lehren und Lernen konzipiert und unter breiter Beteiligung der lehrpersonenbildenden Fakultäten der JMU an der PSE umgesetzt.

1.2.1 Ziele und Gelingensbedingungen

Zentrale Ziele des Projekts CoTeach sind die interdisziplinäre Konzeption, Gestaltung und Evaluation innovativer digitaler Lehr-Lernkonzepte zur Förderung medienpädagogischer, fachdidaktischer und informatischer Kompetenzen und des Wissenserwerbs von Lehramtsstudierenden und Dozierenden in der Lehrpersonenbildung. Im Projekt sind alle Fachgruppen-Netzwerke des Kompetenzzentrums für digitales Lehren und Lernen eingebunden und somit eine Bandbreite an Disziplinen abgebildet.

Mit Blick auf die Ziele des Projekts werden vier Gelingensbedingungen innovativer Lehr-Lern-Konzepte hinsichtlich pädagogischer und didaktischer sowie technischer und organisatorischer Aspekte adressiert:

1. Ausgehend von rezeptiven, interaktiven und produktiven Grundformen der Nutzung digitaler Medien werden Handlungs- und Nutzungsbereiche digitaler Medien (vgl. Tulodziecki et al., 2021) bearbeitet, die einen pädagogischen und

systematischen Zugang zur Entwicklung von Lernkontexten ermöglichen. Die Handlungs- und Nutzungsfelder betreffen:

- eine reflektierte Nutzung von digitalen Angeboten für Information und Lernen,
- den Umgang mit digitalen Möglichkeiten für Analyse und Simulation,
- den Umgang mit digitalen Möglichkeiten für Unterhaltung und Spiel,
- mediale Möglichkeiten für Austausch und Kooperation,
- die reflektierte Gestaltung und Präsentation eigener digitaler Beiträge oder Produkte (Tulodziecki et al., 2021).

Sie folgen dem Leitgedanken einer Förderung von reflexiven Prozessen im Sinne einer umfassenden integrativen Medienbildung mit kritischem Gesellschaftsbezug (Schelhowe et al., 2009; van Ackeren et al., 2019), die fachspezifisch umgesetzt wird.

2. Für das Projekt wird eine Bandbreite an Technologien einbezogen, die einerseits bereits in gewissem Umfang in der derzeitigen Schulpraxis verwendet werden (Eickelmann et al., 2019). Andererseits werden Technologien mit einem längeren Zeithorizont der umfassenden Integration in Schule und Hochschule adressiert (Becker et al., 2018). Vor diesem Hintergrund und unter Berücksichtigung der Vorarbeiten an der JMU wurden Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sowie Simulationen und adaptive Technologien als geeignete Technologien identifiziert. Die diesbezüglichen Lehr-Lern-Konzepte werden für die Förderung von Kompetenzen unter besonderer Berücksichtigung von Verfügbarkeit, Teilhabe und Inklusion eingesetzt und evaluiert.
3. Um die interdisziplinäre Vernetzung zu fördern, werden für die Gestaltung der Lehr-Lernkonzepte – in Erweiterung einer Kompetenz- und Handlungsorientierung (Tulodziecki et al., 2021) – zudem die Gestaltungsprinzipien Ko-Konstruktion (Reusser, 2001) und Konnektivität (Ito et al., 2014) adressiert. Die Forschung erfolgt in enger interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen (Medien-)pädagogik, Fachdidaktiken sowie Fachwissenschaften unter Berücksichtigung der Mensch-Computer-Interaktion.
4. Da ein hoher Professionalisierungsgrad von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung für die Entwicklung und den Einsatz der avisierten Lehr-Lern-Konzepte eine entscheidende Voraussetzung ist (van Ackeren, 2019; Schröter & Grafe, 2020), wird als weiteres Ziel für die Begleitung dieses Prozesses ein Konzept für die Weiterbildung entwickelt und fortlaufend hinsichtlich der Bedarfe und der Wirksamkeit evaluiert und adaptiert.

1.2.2 Theoretischer Rahmen und Maßnahmen

Ausgehend von den an der JMU theoriegeleitet entwickelten Aufgabenfeldern für die Förderung medienbezogener Kompetenzen von Lehramtsstudierenden für das Lehren und Lernen mit und über digitale Medien in Schule und Unterricht (PSE, 2018; vgl. Abschn. 1.1) wurden vor dem Hintergrund eines konzeptionellen Rahmens für die Medienbildung (vgl. Tulodziecki et al., 2021) theoriegeleitet digitale Lehr-Lern-Konzepte für fünf – nicht als trennscharf zu verstehende – Handlungs- und Nutzungsfelder digitaler Medien mit Fokus auf VR und AR sowie Simulationen und adaptiven Technologien (vgl. Abschn. 1.2) in interdisziplinär angelegten Teilprojekten adressiert:

- Für die Nutzung von medialen Angeboten für Information und Lernen wurden im Teilprojekt „AR-Applikationen für den gymnasialen Physikunterricht und veränderte Selbst- und Fremdwahrnehmung durch digitale Technologien“ aus einer bildungsphilosophischen und physikdidaktischen Perspektive erforscht. Hierbei wurde zum einen kritisch-hermeneutisch untersucht, inwieweit digitale Phänomene und Technologien auf Praktiken der Subjektivierung und Wahrnehmungsprozesse einwirken. Zum anderen wurde der Einfluss von AR-Applikationen auf Lernprozesse in spezifischen Unterrichtssituationen im Rahmen universitärer Lehr-Lern-Labor-Seminare quantitativ-empirisch erforscht.
- Weiterhin wurden für den Bereich der Nutzung von medialen Angeboten für Information und Lernen im Teilprojekt „Evaluation von Auswirkungen adaptiver Lernumgebungen“ aus der Perspektive der pädagogischen Psychologie und der Sonderpädagogik Lernstrategien und deren optimale Nutzung untersucht. Hierbei wurde ermittelt, wie solche Strategien zum Wissenserwerb und zum selbstregulierten Lernen unter Nutzung digitaler (Online-)Übungstests und E-Learning-Kurse an individuelle Merkmale von Lernenden adaptiert werden können.
- Für den Umgang mit medialen Möglichkeiten für Analyse und Simulation wurde im Teilprojekt „Simulationen für den gymnasialen Mathematikunterricht aus einer mathematikdidaktischen und gymnasialpädagogischen Perspektive“ die Frage bearbeitet, wie Lehramtsstudierende in universitären Lehrformaten den Umgang mit Simulationen erlernen und vertiefen können. Hierzu wurden Lernkontexte und -formate mit digitalen Technologien und digitalen Medien entwickelt, gestaltet und evaluiert, um Potenziale mathematisch modellierter digitalisierter Lernumgebungen, z. B. zur Stochastik und Analysis,

für eine kompetenzorientierte und adaptive Unterrichtsgestaltung sowohl bildungstheoretisch als auch empirisch zu untersuchen.

- Für die Nutzung von medialen Möglichkeiten für Unterhaltung und Spiel wurde im Teilprojekt „Medienkompetenzen in inklusiven Grundschulklassen im Bereich Digital Storytelling“ aus grundschul- und sonderpädagogischer Perspektive eine Lehrveranstaltung mit dem Ziel der Förderung mediendidaktischer und inklusionsbezogener Kompetenzen von Lehramtsstudierenden unter besonderer Berücksichtigung von Digital Storytelling entwickelt und empirisch evaluiert. Die in der Hochschullehre entwickelten digitalen Bilderbücher wurden in inklusiven Grundschulklassen erprobt und der Einsatz hinsichtlich kognitiver Aktivierung und inhaltlicher Partizipation untersucht.
- Für die Gestaltung und Präsentation eigener medialer Beiträge oder Produkte wurden im Teilprojekt „VR-Apps für personalisierbare Lehr-Lernszenarien in (interreligiösen) Segensräumen“ Gelingensbedingungen der Nutzung konfigurierbarer VR-Apps aus der Perspektive der Religionspädagogik und der Mensch-Computer-Interaktion untersucht. Die VR-Apps ermöglichen personalisierbare Lehr-Lernszenarien in (interreligiösen) Segensräumen. Dabei wurde die Auseinandersetzung mit Gestaltungsbedingungen religiöser Praxis und zugleich die Pluralitätsfähigkeit im Bereich religiöser Kompetenz erforscht und mit einer Ausstellung zum Thema Segen ein außerschulischer Lernort konzipiert, gestaltet und evaluiert.
- Für die Nutzung von medialen Möglichkeiten für Austausch und Kooperation wurde im Teilprojekt „Vollimmersive Lernumgebungen für interkulturelle Begegnungen im Fremdsprachenunterricht“ die Förderung inter- und transkultureller Kompetenz von Lehramtsstudierenden unter Nutzung von Social VR aus den Perspektiven der Fremdsprachendidaktik und der Mensch-Computer-Interaktion untersucht. Hierzu wurde ein Seminarskonzept für die universitäre Lehrpersonenbildung im Fach Englisch entwickelt. Studierende entwerfen und evaluieren dort eigene Ideen für ihren zukünftigen Englischunterricht in der Social VR-Umgebung ViLeArn by Reality Stack (Latoschik et al., 2019), die um den sogenannten InteractionSuitcase mit virtuellen Objekten erweitert wurde.

Weil ein hoher Professionalisierungsgrad der Dozierenden in der Lehrpersonenbildung für die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen der Studierenden und für die Entwicklung und Gestaltung digitaler Lernkontexte und -formate eine entscheidende Voraussetzung ist (vgl. van Ackeren et al., 2019), wurde in einem weiteren Teilprojekt eine hochschuldidaktische Weiterbildung in interdisziplinärer Zusammenarbeit aus medienpädagogischer und informatischer Perspektive

unter besonderer Berücksichtigung der Mensch-Computer-Interaktion konzipiert. Hierzu wurde theoriegeleitet ein pädagogisches Konzept zur Förderung interkultureller medienpädagogischer Kompetenzen von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung unter Nutzung und Weiterentwicklung der Social VR-Umgebung ViLeArn by Reality Stack (Latoschik et al., 2019) gestaltet und evaluiert. Weiterhin wurde untersucht, wie abstrakte Algorithmen unabhängig von einer Programmiersprache erfahrbar und verständlich gemacht werden können. Hierzu bearbeiten die Nutzenden verschiedene Aufgaben, die auf der Basis des Ansatzes der in Schulen genutzten Lernumgebung Robot Karol in VR umgesetzt wurden, um die algorithmischen Abläufe greifbarer zu machen. Durch diese Interaktion und einen durch verschiedene Perspektiven erhöhten Immersionsgrad wird eine authentischere Lernerfahrung ermöglicht. Somit wurde insgesamt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Bildungs- und Erziehungswissenschaften, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften zielführend und systematisch umgesetzt (Abb. 1.1).

Die Projektgovernance wurde auf der organisationalen Ebene des Gesamtprojekts sowie in den einzelnen Projektgruppen verankert. Die Gesamtverantwortung lag beim Direktor der PSE als Projektleiter, die Projektkoordination übernahm eine Mitarbeiterin der PSE. Eine interdisziplinäre kollegiale Projektleitung, bestehend aus den Principal Investigators (PIs) der Teilprojekte, wurde eingesetzt, um das Gesamtprojekt strategisch zu planen und umzusetzen. Zudem erfolgte die Planung und Steuerung der Teilprojekte durch interdisziplinäre Teams aus PIs und CoPIs.

Das Qualitätsmanagement erfolgte in Form von geschlossenen Qualitätskreisläufen auf der Basis des Plan-Do-Check-Act-Zyklus' nach Deming (1982). Entsprechend der zuvor beschriebenen Rollenverteilung im Projekt wurden die Phasen sowohl auf der Ebene des Gesamtprojektes durch die kollegiale Leitung als auch auf der Ebene der Leitungen der jeweiligen Teilprojekte umgesetzt. Die interdisziplinären Forschungsk Kooperationen mit regelmäßigen Treffen zur Präsentation und Diskussion von Projektergebnissen auf den verschiedenen Organisationsebenen des Projektes wurden eng mit Feedback- und Monitoring-Prozessen als relevante Aufgaben des Qualitätsmanagements verzahnt. Hierfür wurden über den Austausch innerhalb der interdisziplinären Teilprojekte durch PIs, Co-PIs und Mitarbeitende hinaus teilprojektübergreifende Austauschforen eingesetzt, in denen halbjährlich alle Projektteilnehmenden ihre Forschungsergebnisse präsentierten und diskutierten. Zudem trafen sich die Doktorand:innen zu monatlichen interdisziplinären Präsentationsterminen der eigenen Forschungsergebnisse und zu Workshops. Die fachliche Qualitätssicherung erfolgte zudem über die Einbindung in strukturierte Promotionsverfahren, die an allen Fakultäten der JMU etabliert sind.

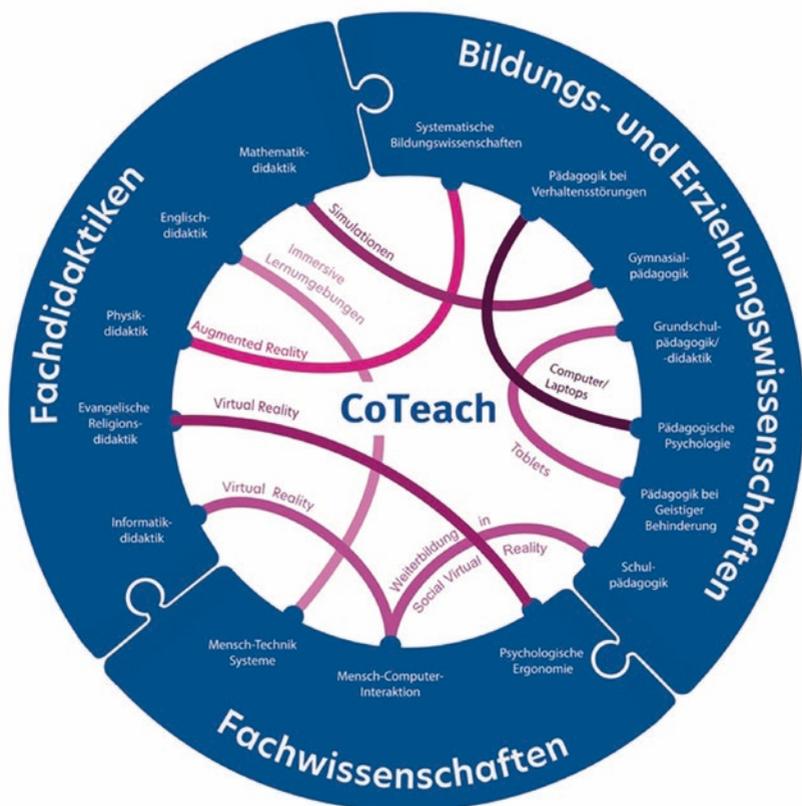


Abb. 1.1 Übersicht über die interdisziplinäre Zusammenarbeit in Projekt CoTeach. (Eigene Darstellung)

Zudem erfolgten Rückmeldungen und Vorschläge zur Weiterentwicklung des Projekts auf der Basis eines jährlichen Berichts durch einen wissenschaftlichen Beirat. Weiterhin fanden Berichtslegungen in den Gremiensitzungen der PSE statt, in denen alle relevanten Vertreter:innen der Lehrpersonenbildung an der JMU sowie die Vorsitzende der Konferenz der Schulaufsicht vertreten sind. Dies gewährleistete einen regelmäßigen Informationsfluss der Projektergebnisse in die Fakultäten und in die Schulpraxis.

1.2.3 Nachhaltigkeit

Angesichts einer befristeten Förderung stellt die wichtige Perspektive der Nachhaltigkeit eine besondere Herausforderung dar (HRK, 2022), die durch verschiedene Maßnahmen bearbeitet wurde.

In Bezug auf die Ebene der Organisationsentwicklung hat die JMU im Jahr 2022 das Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen als Organisationseinheit in der PSE an der JMU verstetigt. Damit wurde eine wichtige Grundlage für die weitere fakultätsübergreifende, strategische und nachhaltige Profilierung der Lehrpersonenbildung in der Digitalisierung von Forschung und Lehre gelegt. Organisatorisch wurde das Zentrum entsprechend in die PSE integriert. Um eine langfristige Perspektive zu ermöglichen, wurde über eine Personalstelle zur Koordination der Aktivitäten im Kompetenzzentrum hinaus eine weitere Akademische Ratsstelle zur Stärkung der digitalisierungsbezogenen Forschung der PSE durch die JMU zur Verfügung gestellt. Über ein jährliches Finanzbudget werden inzwischen sowohl Anreizsysteme zur Weiterentwicklung der Digitalisierung in Lehre und Forschung der Lehrpersonenbildung durch interne Förderausschreibungen und die Umsetzung weiterer strategischer Maßnahmen umgesetzt als auch die räumliche Infrastruktur kontinuierlich weiterentwickelt.

In diesem Rahmen können die im Projekt CoTeach interdisziplinär entwickelten Konzepte für die Hochschullehre und die digitalen Lernumgebungen zur Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen von Lehramtsstudierenden als OER-Materialien für den Einsatz in allen Phasen der Lehrpersonenbildung, an anderen Hochschulen und weiteren Bildungsinstitutionen auch nach Ende der Projektförderung weiter disseminiert werden. Zudem besteht die Möglichkeit, im Sinne einer gestaltungsorientierten Bildungsforschung als Design Based Research-Prozess die entwickelten Konzepte und Materialien kontinuierlich theoriebasiert und evidenzbasiert weiterzuentwickeln. Des Weiteren kann auf die entwickelten Testinstrumente zur Evaluierung von Interventionen in entsprechenden Veranstaltungen zurückgegriffen werden, nicht zuletzt um anhand neuer Kohorten die Wirksamkeit entsprechender Maßnahmen wissenschaftlich fundiert auszuwerten. Auf diese Weise können grundlegende Fragen zur komplexen Thematik der Digitalisierung über die disziplinären Perspektiven hinaus in inter- und transdisziplinärer Perspektive und unter Einbezug verschiedener forschungsmethodologischer Zugänge bearbeitet werden. Eine Förderung solcher Forschungsaktivitäten in der Lehrpersonenbildung wird durch die Weiterführung eines Promotionskollegs an der PSE ab dem Jahr 2025 erreicht.

Entsprechende nachhaltige Entwicklungen in der Lehrpersonenbildung an der JMU gehen einher mit weiteren hochschulweiten Aktivitäten und Maßnahmen zur Digitalisierung in Lehre und Forschung. In der Forschung wird das Thema Digitalisierung in einem fakultätsübergreifenden Profildbereich der JMU unter Beteiligung von Wissenschaftler:innen in der Lehrpersonenbildung interdisziplinär bearbeitet. Eine universitätsweite Weiterentwicklung digitaler Lehre erfolgt im Digital Higher Innovation Hub des im Jahr 2023 gegründeten Zentrums für wissenschaftliche Bildung und Lehre (ZBL). Vor diesem Hintergrund können Synergien zwischen den Aktivitäten des Kompetenzzentrums für digitales Lehren und Lernen in der Lehrpersonenbildung und den hochschulweiten Förderprojekten, wie Digitale Innovationen in der Lehre (WueDive) am ZBL, entstehen. Weiterhin können Verzahnungen bei der Durchführung von digitalisierungsbezogenen Weiterbildungen für Lehrende in der Lehrpersonenbildung mit dem hochschuldidaktischen Weiterbildungsprogramm ProfiLehre am ZBL erfolgen. Entsprechende Aktivitäten sind ebenfalls eingebunden in hochschulübergreifende Verbundstrukturen und Aktivitäten, wie beispielsweise die Virtuelle Hochschule Bayern (VHB).

1.3 Zusammenfassung und Ausblick

Das Projekt CoTeach hat den unterschiedlichen Forschenden und Stakeholdern im Bereich der Lehrpersonenbildung in den letzten drei Jahren eine intensive Zusammenarbeit im interdisziplinären Kontext ermöglicht. Durch die erfolgreiche Umsetzung der einzelnen Teilprojekte und ihrer Bündelung in CoTeach ist eine externe Vernetzung mit der zweiten und dritten Phase der Lehrpersonenbildung sowie ggf. weiteren interessierten bildungsbezogenen Institutionen beabsichtigt. Hierbei wird eine enge Abstimmung zwischen den verantwortlichen Personen erfolgen und die Möglichkeit eines interdisziplinären Austauschs von Wissenschaft und Schulpraxis sowie die Planung weiterer gemeinsamer Schwerpunkte und Arbeitsvorhaben in Lehre, Forschung, Praxis, Beratung und Fortbildung angestrebt. Entsprechende Zielsetzungen werden im Rahmen eines zugehörigen Qualitätsmanagements sowohl quantitativ als auch qualitativ evaluiert und in Optimierungs- und Korrekturzyklen Berücksichtigung finden.

Die Dynamik, die durch CoTeach entstanden ist, soll auch genutzt werden, um weiteren Herausforderungen, die beispielsweise durch (generische) KI in der (Hochschul-)Bildung entstehen (Pelletier, 2022), zu begegnen.

Somit wird an der JMU die Förderung von Kompetenzen des Lehrens und Lernens mit und über digitale Medien von Lehramtsstudierenden auch zukünftig eine bedeutsame Rolle spielen. Hierzu werden notwendige Experimentiermög-

lichkeiten zur Erprobung und Evaluation wissenschaftlicher neuer Konzepte und Methoden zur Förderung von Kompetenzen umgesetzt und gleichzeitig die Beratungsmöglichkeiten mit der zweiten und dritten Phase der Lehrpersonenbildung konstruktiv genutzt.

1.4 Zu den Beiträgen des Sammelbandes

Im Folgenden werden im Rahmen dieses Bandes Forschungsergebnisse des Projekts CoTeach im Rahmen einzelner Beiträge aus den Teilprojekten (vgl. Abschn. 1.2.2) vorgestellt, die unterschiedliche Handlungs- und Nutzungsfelder (siehe Abschn. 1.2.2) bearbeiten:

Im Beitrag „Über Elektrizität Lernen mit AR-Applikationen und Simulation“ von Florian Frank, Christoph Stolzenberger und Thomas Trefzger wird der Fokus auf die Unterstützung des Lernens von Elektrizität mithilfe digitaler Materialien, die für den Einsatz in Lehr-Lern-Laboren konzipiert wurden, gerichtet. Die Innovation der Materialien liegt im Einsatz augmentierter Realitäten. Die eingesetzte Applikation erlaubt eine physikalische Messwerterfassung und -anzeige im Stromkreis. Eine Studie präsentiert Ergebnisse zu Nutzungseffekten im Vergleich zur herkömmlichen Implementierung. Dabei werden Einflüsse auf die Entwicklung konzeptionellen Wissens, auf die kognitive Last und auf die Bearbeitungszeit der in der Studie gestellten Aufgaben berichtet.

Julia Glaser und Tobias Richter beschreiben in ihrem Beitrag „Nachhaltiges Lernen an der Hochschule: Untersuchungen zu Randbedingungen und Transfereffekten von digitalen Übungstests auf das Behalten von Lehrinhalten“ drei Experimente, in denen im Rahmen von Psychologievorlesungen im Lehramtsstudium erforscht wurde, ob der positive Effekt von digitalen (Online-)Übungstests auf das Behalten (Testungseffekt) von Personen- oder Situationsmerkmalen abhängt und das Behalten von Vorlesungsinhalten fördert, die nicht direkt getestet wurden (Transfer). Den Ergebnissen nach scheint der Testungseffekt eine wirksame Lernstrategie zu sein, die unabhängig von Merkmalen der Lernenden zu besseren Lernergebnissen führt.

Moiken Jessen, Klaus Lingel und Roland Stein stellen in ihrem Beitrag „Innovative Lernumgebungen gestalten und evaluieren: Selbstreguliertes Lernen an der Hochschule unterstützen“ einen E-Learning-Kurs für Lehramtsstudierende vor, der darauf abzielt, selbstreguliertes Lernen an Hochschulen in der Distanzlehre zu fördern. Der Kurs kombiniert reflektive Prompts mit instruktiven Prompts. Es werden erste Erkenntnisse bezüglich der Funktionalität und Wirksamkeit präsentiert.

Die vorgestellten Erkenntnisse beziehen sich auf den Einsatz von Lernstrategien, die erzielten Lernleistungen und die generelle Nützlichkeit des Kurses.

In ihrem Beitrag „Auf der Suche nach dem ästhetischen Moment des Unterrichts. Eine bildungstheoretische Sicht auf das Digitale“ veranschaulichen Stephanie Kasch, Manuel Neubauer und Jens Dreßler, wie die Digitalisierung tiefgreifend die Lebenswelt des Menschen prägt, neue Möglichkeiten für schulische Bildungsprozesse bietet und die Frage aufwirft, wie angemessen darauf reagiert werden kann. Vor dem Hintergrund, dass Bildung ein reflexives Verhältnis des Menschen zu sich und der Welt erfordert, untersucht der Beitrag digitale Transformationen und deren bildungstheoretische Konsequenzen für den schulischen Unterricht.

Sebastian Gerber und Hans-Stefan Siller richten in ihrem Beitrag „Professionelle Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen“ den Forschungsfokus auf die Selbstwirksamkeitserwartung als einen Aspekt professioneller Kompetenz bei zukünftigen Mathematiklehrpersonen. Mit einer quantitativen, quasi-experimentellen Interventionsstudie im Prä-Post-Design und einem selbstentwickelten, validierten Testinstrument kann eine Steigerung sowohl im Bereich der aufgabenbezogenen als auch der unterrichtsbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen durch die Teilnahme an einer spezifisch konzipierten universitären Lehrveranstaltung empirisch nachgewiesen werden.

In ihrem Beitrag „Medienkompetenzen in inklusiven Grundschulklassen im Bereich Digital Storytelling“ beschreiben Julia Warmdt, Henrik Frisch, Katharina Kindermann, Sanna Pohlmann-Rother und Christoph Ratz die Förderung mediendidaktischer und inklusionsbezogener Kompetenzen durch die kooperative Entwicklung von inklusiven Unterrichtsmaterialien, die anhand einer Videostudie in inklusiven Grundschulklassen erprobt und deren differenzielle Effekte auf die Unterrichtsqualität beschrieben werden. Der Beitrag präsentiert die interdisziplinären Forschungsarbeiten und Potenziale des Projekts für eine vernetzte Lehrpersonenbildung.

Ilona Nord, Simon Luthe, Sara Wolf, Leon Schleier und Jörn Hurtienne befassen sich in ihrem Beitrag „Segen interaktiv: Die interdisziplinäre Entwicklung eines außerschulischen Lernortes zu interreligiösen Segensräumen“ mit digitalen Lehr- und Lehrszenarien und der didaktisch reflektierten User Experience in der Religionspädagogik. Neu entwickelte interaktive Exponate zur religiösen Urgeste des Segens bzw. Segnens, sogenannte *Blessing Machines*, konnten in einem außerschulischen Lernort von Kindern und Jugendlichen erprobt werden. Auch hier konnten durch den interdisziplinären Ansatz zwischen Religionspädagogik und Mensch-Computer-Interaktion wesentliche Erkenntnisse im Gegenstandsbereich Segen für beide Bereiche gewonnen werden.

Im Beitrag von Rebecca Hein, Jeanine Steinbock, Maria Eisenmann, Carolin Wienrich und Marc Erich Latoschik „Social Virtual Reality für Inter- und Transkulturelles Lernen und Lehren im Englischunterricht“ wird die Förderung angehender Lehrpersonen im Umgang mit Social Virtual Reality behandelt. Dazu wird ein Seminarkonzept entwickelt und evaluiert, das inter- und transkulturelle Kompetenz bei den Teilnehmenden adressiert, Handlungskompetenzen im Umgang mit Social Virtual Reality vermittelt und den Transfer für den Einsatz im Englischunterricht vorbereitet. Mit dem interdisziplinären Ansatz zwischen inter- und transkultureller Bildung und Mensch-Computer-Interaktion werden Potenziale von Social Virtual Reality beim diskriminierungsfreien Sprachenlernen verdeutlicht.

Kristina Förster, Rebecca Hein, Carolin Wienrich, Marc Erich Latoschik und Silke Grafe richten in ihrem Beitrag „Interdisziplinäre Entwicklung eines Konzepts für die Weiterbildung von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung unter Nutzung von Social VR“ den Fokus auf die Förderung medienpädagogischer und interkultureller Kompetenz von Dozierenden. Im Beitrag werden auf der Basis eines Ansatzes gestaltungsorientierter Bildungsforschung die interdisziplinäre theoriegeleitete Entwicklung des Konzepts für die Weiterbildung unter Nutzung von Social Virtual Reality sowie die technische Umsetzung der Soical Virtual Reality Umgebung beschrieben. Im Rahmen der empirischen Evaluation des Weiterbildungskonzepts konnten positive Entwicklungen bzgl. der interkulturellen Kompetenz von Dozierenden identifiziert werden.

Im Beitrag von Erik Göbel, Daniela Andres, Kristof Korwisi, Marc Erich Latoschik und Martin Hennecke „Algorithmen erleben in Virtual Reality“ wird beschrieben, wie abstrakte Algorithmen losgelöst von einer konkreten Programmiersprache erfahrbar und verständlich gemacht werden können. Mithilfe von Robot Karol, einer in Schulen oft genutzten Lernumgebung, bearbeiten Nutzer:innen in einer mit Virtual Reality umgesetzten Umgebung verschiedene Aufgaben. Die Aktionen der Nutzer:innen werden direkt visualisiert und ermöglichen ein besseres Verständnis der algorithmischen Abläufe.

Literatur

- Ackeren, I., van Aufenanger, S., Eickelmann, B., Friedrich, S., Kammerl, R., Knopf, J., Mayrberger, K., Scheika, H., Scheiter, K., & Schiefner-Rohs, M. (2019). Digitalisierung in der Lehrerbildung. Herausforderungen, Entwicklungsfelder und Förderung von Gesamtkonzepten. *Die Deutsche Schule*, 111(1), 103–119.
- Ball, L., Drijvers, P., Ladel, S., Siller, H.-S., Tabach, M., & Vale, C. (2018). *Uses of technology in primary and secondary mathematics education: Tools, Topics and Trends*. Springer.
- Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., Pomerantz, J. (2018). *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. EDUCAUSE.

- Blömeke, S. (2000). *Medienpädagogische Kompetenz. Theoretische und empirische Fundierung eines zentralen Elements der Lehrerbildung*. Kopaed.
- Deming, W. E. (1982). *Out of the crisis*. MIT Press.
- DGF-E-Sektion Medienpädagogik (2017). Orientierungsrahmen für die Entwicklung von Curricula für medienpädagogische Studiengänge und Studienanteile. DGF-E. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, (Statements and Frameworks)*, 1–7. <https://www.medienpaed.com/article/view/603/563>. Zugegriffen: 10. März 2024.
- Eickelmann, B., Lorenz, R., & Endberg, M. (2016). Die eingeschätzte Relevanz der Phasen der Lehrerbildung hinsichtlich der Vermittlung didaktischer und methodischer Kompetenzen von Lehrpersonen für den schulischen Einsatz digitaler Medien in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl, & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 149–182). Waxmann.
- Eickelmann, B., Bos, W., & Labusch, A. (2019). Die Studie ICLS 2018 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert et al. (Hrsg.), *ICILS 2018 # Deutschland. Computer und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 7–32). Waxmann.
- Ganguin, S., Tiemann, H., Glück, C. W., & Förster, A. (2023) (Hrsg.). *Digitalisierung in der Lehrer:Innenbildung. Praxis digital gestalten*. Springer.
- Hascher, T., Idel, T.-S., & Helsper, W. (2023). *Handbuch Schulforschung*. Springer.
- Herzig, B., Martin, A., Schaper, N., & Ossenschmidt, D. (2015). Modellierung und Messung medienpädagogischer Kompetenz. In: B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried, & E. Wuttke (Hrsg.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung*. Klinkhardt.
- Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2022). Lehrer:Innenbildung in einer digitalen Welt. Entschließung des 150. HRK-Senats am 22.03.2022. <https://www.hrk.de/positionen/beschluss/detail/lehrerinnenbildung-in-einer-digitalen-welt/>. Zugegriffen: 03. Febr. 2024.
- Kaspar, K., Becker-Mrotzek, M., Hofhues, S., König, J., & Schmeinck, D. (Hrsg.). *Bildung, Schule, Digitalisierung*. Waxmann.
- Kiel, E., Herzig, B., Maier, U., & Sandfuchs, U. (2019) (Hrsg.). *Handbuch Unterrichten an allgemeinbildenden Schulen*. Klinkhardt.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Beschluss vom 08.12.2016 in der Fassung vom 07.12.2017. Sekretariat der KMK. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf. Zugegriffen: 03. Febr. 2024.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt.“* Sekretariat der KMK. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf. Zugegriffen: 03. Febr. 2024.
- Irion, T., Böttinger, T., & Kammerl, R. (Hrsg.). *Professionalisierung für Digitale Bildung im Grundschulalter. Ergebnisse des Forschungsprojekts P³DiG*. Waxmann.
- Ito, M., Gutiérrez, K., Livingstone, S., Penuel, B., Rhodes, J., Salen, K., Schor, J., Sef-ton-Green, J., & Craig, W. (2013). *Connected learning: An agenda for research and design*. Digital Media and Learning Research Hub.
- Latoschik, M. E., Kern, F., Stauffert, J.-P., Bartl, A., Botsch, M., & Lugin, J.-L. (2019). Not alone here?! Scalability and user experience of embodied ambient crowds in distributed

- social virtual reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(5), 2134–2144. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8643417>. Zugegriffen: 10. März 2024.
- Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N. with Al-Freih, M., Dickson-Deane, C., Guevara, C., Koster, L., Sánchez-Mendiola, Skallerup Bessette, & Stine, J. (2022). *EDUCAUSE horizon report, teaching and learning edition*. EDUCAUSE.
- Professional School of Education (PSE) (2018). *Konzept für ein Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg*. JMU.
- Reusser, K. (2001). Co-constructivism in educational theory and practice. In N. J. Smelser & P. B. Baltes (Hrsg.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (S. 2058–2062). Pergamon/Elsevier Sciences.
- Schelhowe, H., Grafe, S., Herzig, B., Koubek, J., Niesyto, H., vom Berg, A., Coy, W., Hagel, W., Hasebrook, J., Kiesel, K., Reinmann, G., & Schäfer, M. (2009). *Kompetenzen in einer digital geprägten Kultur: Medienbildung für die Persönlichkeitsentwicklung, für die gesellschaftliche Teilhabe und für die Entwicklung von Ausbildungs- und Erwerbsfähigkeit. Bericht der Expertenkommission des BMBF zur Medienbildung*. BMBF.
- Schröter, T., & Grafe, S. (2020). Digital literacy and digital competency of university teachers. A systematic analysis of frameworks. In T. J. Bastiaens & G. H. Marks (Hrsg.), *Proceedings of innovate learning summit 2020* (S. 144–157). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/218795/>. Zugegriffen: 10. März 2024.
- Tiede, J., & Grafe, S. (2016). Media Pedagogy in German and U.S. Teacher Education. *Comunicar*, 24(49), 19–28.
- Tulodziecki, G. (2012). Medienpädagogische Kompetenz und Standards in der Lehrerbildung. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto, & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik, Bd. 9*. Springer VS.
- Tulodziecki, G., Herzig, B., & Grafe, S. (2021). *Medienbildung in Schule und Unterricht* (3. Aufl.). Klinkhardt/ utb.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Über Elektrizität lernen mit AR-Applikation und Simulation

2

Ergebnisse einer Schülerlaborstudie zur Nutzung digitaler Materialien zur Vermittlung der E-Lehre

Florian Frank, Christoph Stolzenberger und Thomas Trefzger

2.1 Einleitung

Fast zwei Drittel der Schüler:innen haben nach dem Ende des einführenden Unterrichts in die Elektrizität Schwierigkeiten damit, zwischen den Konzepten der Stromstärke und Spannung zu unterscheiden (Ivanjek et al., 2021), und mehr als die Hälfte missversteht die Spannung als Eigenschaft des Stroms (Burde, 2018, S. 244). Diese Verständnisschwierigkeiten sind auch bei den Schüler:innen zum Ende der Sekundarstufe I (Wilhelm et al., 2015) nachweisbar und sogar Studienanfänger:innen der Physik (Fromme, 2018; Burde et al., 2022; Rahmawati et al., 2023) weisen diese auf. Diese empirischen Befunde legen die Vermutung nahe, dass der Schulunterricht es nicht vermag, den Schüler:innen ein vollumfänglich korrektes Bild der Elektrizität zu vermitteln.

F. Frank · C. Stolzenberger · T. Trefzger (✉)
Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik,
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: thomas.trefzger@uni-wuerzburg.de

F. Frank
E-Mail: florian.frank@uni-wuerzburg.de

C. Stolzenberger
E-Mail: christoph.stolzenberger@uni-wuerzburg.de

Das Ziel des im folgenden beschriebenen Forschungsvorhabens war es daher, die Vermittlung der Elektrizitätslehre genauer zu untersuchen. Traditionell wird im Unterricht zur Elektrizität auf die Nutzung sogenannter Modellvorstellungen zurückgegriffen, welche die Thematik den Schüler:innen veranschaulichen sollen. Dargestellt werden diese Modellvorstellungen meist in Form von Informationsgrafiken, was die Schüler:innen vor die anspruchsvolle kognitive Aufgabe stellt, diese Darstellungen auf die im Unterricht kennengelernten Stromkreise zu abstrahieren. Im Projekt wurden daher digitale Unterstützungsmaterialien entwickelt, die eben diese Abstraktionsaufgabe erleichtern sollen, indem sie die Modellvorstellungen per Simulation oder Augmented Reality passgenau für den Stromkreis präsentieren. Die Lernförderlichkeit dieser Art der Vermittlung wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens in einer Experimentalstudie in Schülerlaboren untersucht.

2.2 Befunde zum Einsatz digitaler Unterstützung im Naturwissenschaftsunterricht

Die Nutzung von Simulationen im naturwissenschaftlichen Unterricht kann den Erwerb von Konzeptwissen unterstützen, die Motivation und Einstellung der Lernenden positiv beeinflussen und zu einer deutlich verringerten Erarbeitungszeit der Inhalte führen (Rutten et al., 2012; Banda & Nzabahimana, 2021). Allerdings merken Rutten et al. (2012) an, dass der Einsatz von Simulationen den Erwerb von praktischen Experimentierfähigkeiten zwar unterstützen kann, aber die Arbeit am Realexperiment nicht ersetzen soll. Beim Einsatz von AR-Applikationen wird unter anderem von positiven Effekten der Nutzung auf den Fachwissenszuwachs, die Zusammenarbeit in Gruppen, die Motivation und die beim Lernen empfundene kognitive Last berichtet (Radu, 2014; Buchner et al., 2021). Als nachteilig bei der Nutzung von AR-Applikationen wird von Radu (2014) die schlechte Nutzbarkeit in Klassenzimmer-Lernsituationen und eine Tendenz zur Überbeanspruchung der Aufmerksamkeit der Lernenden ausgewiesen. Im Bereich der Nutzung von AR-Apps für die Vermittlung der Elektrizitätslehre berichten Altmeyer et al. (2020) für die Bearbeitung von Experimentieraufgaben inklusive der Erhebung von Messdaten an Realexperimenten einen erhöhten Konzeptwissenszuwachs bei Nutzung der AR-App (bei gleicher kognitiver Belastung).

2.3 Lerntheorien und daraus abgeleitete Vorhersagen

2.3.1 Cognitive Load Theory

Nach Aussagen der *Cognitive Load Theory (CLT)* (Sweller et al., 2019) ist die kognitive Kapazität jedes Lernenden limitiert. Ein Lernvorgang beansprucht diese kognitive Kapazität, welche während des Lernens in Verstehens-, Speicherungs- und Verknüpfungsprozessen genutzt wird. Wird die bestehende Kapazität dabei beispielsweise durch die kognitive Belastung der Verstehens- und Speicherungsprozesse vollständig in Anspruch genommen, können in diesem Lernvorgang keine Verknüpfungsprozesse initiiert werden. Es kann zwischen drei Kategorien der kognitiven Last unterschieden werden: intrinsischer Last, extrinsischer Last und lernbezogener Last. Intrinsische Last entsteht durch Prozesse, die auf ein Verstehen des Lerninhalts ausgerichtet sind, und ist damit für einen gegebenen Lerninhalt unabhängig von der Darbietung desselben. Prozesse, die darauf abzielen, die Darbietung des Lerninhalts (z. B. der Lernsituation oder der Darstellung des Lerninhalts) zu verarbeiten, resultieren in extrinsischer Last. Lernbezogene Last wird durch Speicherungs- und Verknüpfungsprozesse generiert. Während intrinsische und lernbezogene Last Folge der Interaktion mit dem Lerninhalt sind, tritt die extrinsische Last aufgrund der Interaktion mit der Lernsituation auf. Ein idealer Lernvorgang sollte so gestaltet sein, dass möglichst viel kognitive Kapazität in die Interaktion mit dem Lerninhalt (intrinsische und lernbezogene Last) und möglichst wenig in die Interaktion mit der Lernsituation (extrinsische Last) investiert wird.

2.3.2 Cognitive Theory of Multimedia Learning

Die *Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML)* (Mayer, 2014), welche an die in der CLT formulierten Grundlagen zur kognitiven Last anknüpft, enthält Richtlinien zur Gestaltung von Lernvorgängen, welche durch Untergliederung und Verteilung der intrinsischen Last und Reduktion der extrinsischen Last auf eine Reduktion der gesamten kognitiven Last abzielen. Nach den Prinzipien der Segmentierung und der Kohärenz kann durch kleinschrittige Unterteilung der Lerninhalte und Exklusion nicht erforderlicher Informationen der Lerninhalt (und mit diesem die intrinsische Belastung) auf das kleinstnötige Maß reduziert werden (Mayer & Moreno, 2010). Zusätzlich dazu kann gemäß den Prinzipien

der räumlichen und zeitlichen Kontiguität die extrinsische Last reduziert werden, indem alle für den Lernvorgang relevanten Ressourcen den Lernenden zur selben Zeit und am selben Ort zur Verfügung gestellt werden (Mayer & Fiorella, 2014).

2.3.3 Anwendung der Lerntheorien auf die Elektrizitätslehre

Im Unterricht wird die Vermittlung der Elektrizität meist durch die Nutzung von Analogien unterstützt (Burde & Wilhelm, 2017). Hierfür wird versucht, zwischen einem Analogiegegenstand (z. B. einer Fahrradkette) und dem Lerngegenstand (dem geschlossenen Stromkreis) Verbindungen herzustellen, um das Verständnis des Lerngegenstands zu erleichtern. Die Nutzung von auf Analogien basierenden Modellen zur Vermittlung der Elektrizität wurde als lernförderlich nachgewiesen (Burde et al., 2022), stellt die Lernenden aber vor die Herausforderung, alle für den Lernprozess wichtigen Ressourcen gleichzeitig zu begreifen und miteinander in Beziehung zu setzen.

Die für einen Lernvorgang in der Elektrizitätslehre grundlegend notwendigen Ressourcen sind das Realexperiment, die am Realexperiment erhobenen Messdaten und die auf Analogien basierende Modellvorstellung zur Elektrizität. Die Lerninhalte sind damit teils real-beobachtbar (Experiment und Messdaten) und teils theoretisch-imaginär (Modellvorstellung). Möglichkeiten, trotzdem alle notwendigen Ressourcen vereint darzustellen, ergeben sich in der Nutzung digitaler Technologien. Simulationen können digitale Nachbauten der Experimente mit den Modellvorstellungen überblenden, während die Nutzung von See-through-Augmented Reality (AR)-Applikationen eine Überblendung der Modellvorstellung und der erhobenen Messdaten auf das reale Experiment erlaubt.

2.4 Forschungsfragen & Hypothesen

Die vorgestellte Studie fokussiert zwei Themenbereiche: die Darstellung der Modellvorstellung und die Erhebung und Darbietung von Messwerten am Realexperiment. Ausgehend von den empirischen Arbeiten zum Einsatz digitaler Unterstützung im naturwissenschaftlichen Unterricht und den geschilderten Theorien zur kognitiven Last beim Lernen wird durch die Nutzung digitaler Unterstützungsmaterialien im Vergleich zur Nutzung traditioneller Unterstützungsmaterialien ein Einfluss auf den Lernprozess erwartet. Dieser Einfluss auf den Lernprozess wurde in drei Facetten untersucht: in der Entwicklung des Konzeptwissens

zur Elektrizität, in der Bearbeitungsdauer der gestellten Aufgaben und in der beim Lernen empfundenen extrinsischen kognitiven Last. Für die Studie ergaben sich damit folgende Forschungsfragen und Hypothesen:

1. Welchen Einfluss hat die Art der Modelldarstellung auf die Entwicklung des Konzeptwissens, die Bearbeitungsdauer und die extrinsische kognitive Last?
 - F1-H1: Die Art der Modelldarstellung hat einen Einfluss auf die Entwicklung des Konzeptwissens.
 - F1-H2: Die Art der Modelldarstellung hat einen Einfluss auf die Bearbeitungsdauer.
 - F1-H3: Die Art der Modelldarstellung hat einen Einfluss auf die extrinsische kognitive Last.
2. Welchen Einfluss hat die Art der Messwernerfassung und -anzeige beim Experimentieren auf die Entwicklung des Konzeptwissens, die Bearbeitungsdauer und die extrinsische kognitive Last?
 - F2-H1: Die Art der Messwernerfassung und -anzeige hat einen Einfluss auf die Entwicklung des Konzeptwissens.
 - F2-H2: Die Art der Messwernerfassung und -anzeige hat einen Einfluss auf die Bearbeitungsdauer.
 - F2-H3: Die Art der Messwernerfassung und -anzeige hat einen Einfluss auf die extrinsische kognitive Last.

2.5 Methodik

Für die Studie wurden in einem experimentellen Design mit Prä-/Post-Erhebungen die folgenden Möglichkeiten der Unterstützung des Lernens der Elektrizitätslehre untersucht:

- Kontrollgruppe: Darbietung der Modellvorstellungen per Infografiken und Erhebung der Messwerte mittels Multimeter (im Weiteren bezeichnet als Gruppe IG & MM).
- Testgruppe 1: Nutzung einer Simulation zur Darbietung der Modellvorstellungen und Erhebung der Messwerte mittels Multimeter (im Weiteren bezeichnet als Gruppe SIM & MM).
- Testgruppe 2: Nutzung einer AR-Applikation zur Darbietung der Modellvorstellungen und Erhebung der Messwerte mittels Multimeter (im Weiteren bezeichnet als Gruppe AR & MM).

- Testgruppe 3: Nutzung einer AR-Applikation zur Darbietung der Modellvorstellungen und zur Erhebung der Messwerte (im Weiteren bezeichnet als Gruppe AR & AR).

Damit unterscheiden sich Gruppen IG & MM, SIM & MM und AR & MM nur in der Art der Modelldarbietung und können zur Untersuchung der Forschungsfrage 1 und der zugehörigen Hypothesen genutzt werden. Durch den Vergleich der Gruppen AR & MM und AR & AR wird entsprechend Forschungsfrage 2 inklusive der zugehörigen Hypothesen untersucht, da sich diese beiden Gruppen nur in der Art der Messwerterfassung und -anzeige unterscheiden.

2.6 Beschreibung der Stichprobe

Die Interventionen für die Datenerhebungen wurden im Zeitraum von Dezember 2022 bis Juni 2023 mit Gymnasialklassen der achten Jahrgangsstufe durchgeführt. Die teilnehmenden Schulklassen hatten zum Zeitpunkt der Intervention den regulären Unterricht zu den grundlegenden Inhalten der Elektrizitätslehre (Stromstärke, Spannung, Widerstand) abgeschlossen. Die Klassen wurden jeweils in drei Gruppen eingeteilt und jede der Gruppen randomisiert einer Interventionsart zugewiesen. Insgesamt nahmen über den Erhebungszeitraum $N = 196$ Schüler:innen an der Studie teil. Nach Ausschuss der unvollständig oder fehlerhaft ausgefüllten Testhefte verblieben davon $N = 179$ vollständig nutzbare Datensätze (40 aus Variante IG & MM, 41 aus Variante SIM & MM, 45 aus Variante AR & MM und 53 aus Variante AR & AR).

2.7 Studiendesign

Das Forschungsvorhaben wurde im Rahmen eines Schülerlabors an der Universität Würzburg durchgeführt. Im Schülerlabor wurden die aus dem Unterricht bekannten Inhalte der Elektrizitätslehre in insgesamt vier Stationen wiederholt und vertieft. Die Stationen, die in einer festen Reihenfolge durchlaufen wurden, behandelten die Themen *Stromstärke und Spannung*, *Elektrischer Widerstand*, *Parallelschaltung* und *Reihenschaltung*. Der Prätest wurde von den Schüler:innen unter Aufsicht der Physiklehrkraft in der letzten Physikstunde vor dem Besuch des Schülerlabors ausgefüllt, damit lagen zwischen dem Prätest und der Intervention zwischen drei und sieben Tage. Bei der Ankunft im Schülerlabor wurden die

Schüler:innen über den Ablauf desselben und die Studie informiert und randomisiert einer Interventionsgruppe zugeordnet.

Die anschließende Arbeit an den Stationen wurde durch dafür geschulte studentische Hilfskräfte betreut, als Arbeitsmaterial stand den in Kleingruppen selbstständig arbeitenden Schüler:innen ein Arbeitsheft in Papierform, ein Experimentierset zu einfachen Stromkreisen und ein Tablet für die Darstellung des digitalen Unterstützungsmaterials zur Verfügung. Im Arbeitsheft werden die Schüler:innen an verschiedenen Stellen angewiesen, mit dem Experimentiermaterial physikalische Experimente durchzuführen und sich mithilfe des digitalen Unterstützungsmaterials tiefer in die in der Station behandelte Thematik einzuarbeiten. Das Arbeitsheft ist bewusst textlastig gestaltet, alle Darstellungen und Bilder, die zu den Texten passen und diese erläutern, befinden sich im digitalen Unterstützungsmaterial. Die Bearbeitungsdauer der Stationen variierte je nach Interventionsgruppe und Inhalt zwischen 30 und 60 Minuten. Direkt im Anschluss an die Stationsarbeit füllten die Schüler:innen einen kurzen Zwischentest aus, gefolgt von einer 10- bis 15-minütigen Pause, bevor die Arbeit an der nächsten Station begonnen wurde (Abb. 2.1).

2.8 Beschreibung des digitalen Unterstützungsmaterials

Das digitale Unterstützungsmaterial, welches den Schüler:innen auf den Tablets zur Verfügung gestellt wird, ist der einzige Unterschied zwischen den Interventionsgruppen. Alle Inhalte und Arbeitsaufträge im Schülerlabor sind über die Gruppen hinweg identisch. Auch die Kontrollgruppe, welche mit Infografiken arbeitet, bekommt diese, obwohl es nicht notwendig wäre, über das Tablet präsentiert. Damit soll gewährleistet werden, dass alle Gruppen zu denselben Zeitpunkten und Arbeitsschritten auf das Tablet zurückgreifen, um motivationale Effekte der Nutzung digitaler Technologien über die Gruppen hinweg möglichst gleich zu halten.

Für die Interventionsart IG & MM wurden zwei digitale Workbooks namens „Visualisierungen“ und „Messunterstützung“ erstellt. Die Workbooks werden über die Lernplattform tet.folio (Haase et al., 2016) zur Verfügung gestellt und enthalten Bilder mit vereinzelt Anmerkungen und kurzen Texten, welche die Modellvorstellungen veranschaulichen bzw. die Handhabung der Multimeter kurz und präzise erklären.

Für die Interventionsart SIM & MM wurde eine Simulation für Tablets entwickelt, welche einen dreidimensionalen Nachbau des realen Experimentiersets

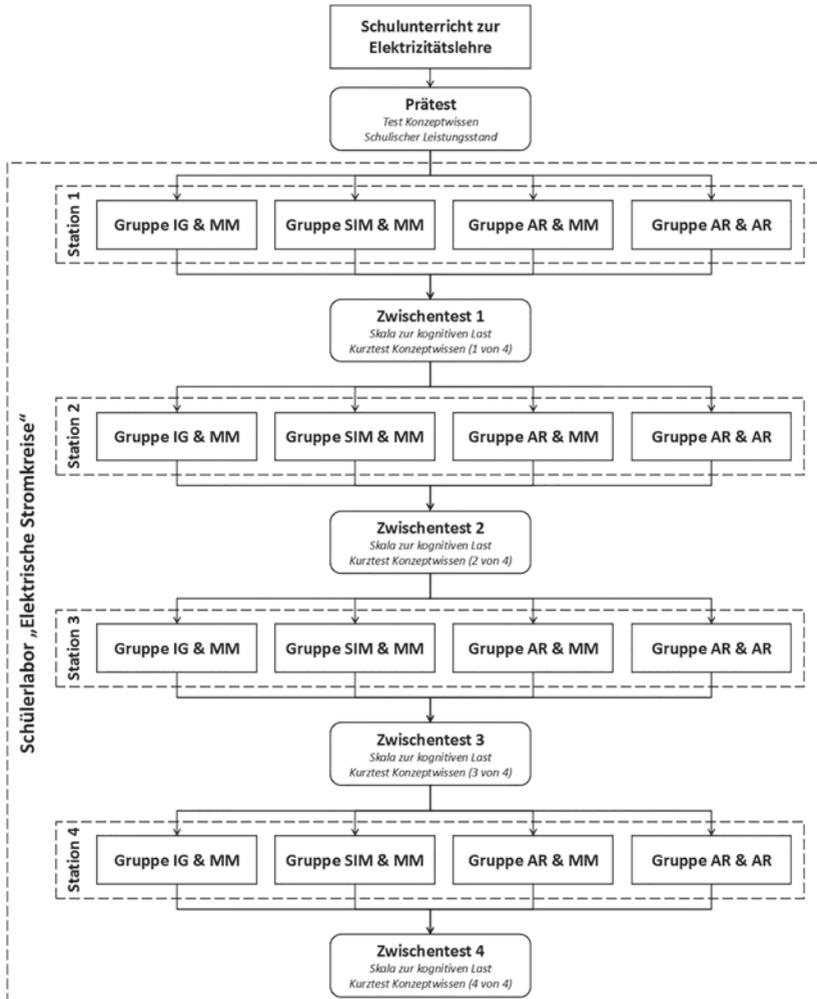


Abb. 2.1 Ablauf der Intervention inklusive Testzeitpunkte. (Eigene Darstellung)

beinhaltet und diesen mit adaptiven Animationen der Modellvorstellungen überblenden kann (Frank et al., 2023). Zur Unterstützung der Messwerterfassung nutzt diese Gruppe ebenso das tet.folio-Workbook „Messunterstützung“.

Für die Interventionsart AR & MM wurde eine AR-Applikation für Tablets entwickelt, welche per Video-see-through-AR eine Live-Aufnahme des realen

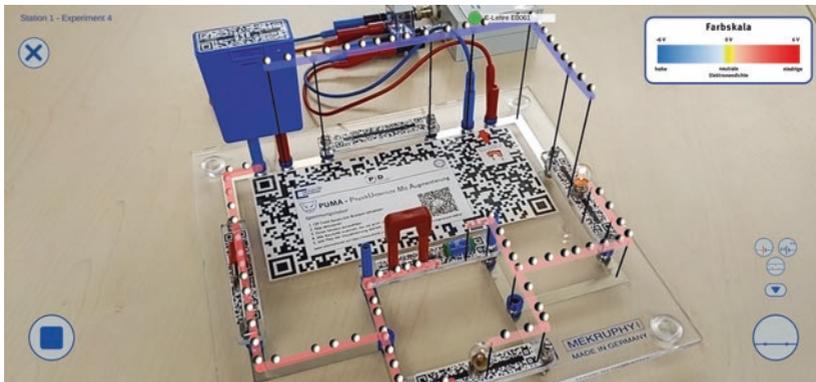


Abb. 2.2 AR-Applikation mit Anzeige des Murmelbahnmodells. (Eigene Darstellung)

Stromkreises mit digitalen Repräsentationen der Modellvorstellungen überblendet (Frank et al., 2022; Stolzenberger et al., 2022; Abb. 2.2). Die Inhalte und Darstellungen in der Simulation und der AR-Applikation sind exakt gleich. Beide stellen ausgewählte Modellvorstellungen der Elektrizität dar, das Elektronengasmodell (basierend auf einer Analogie zum Druck, vgl. Burde, 2018) und das Stäbchenmodell inklusive des darauf aufbauenden Murmelbahnmodells (basierend auf einer Höhenanalogie, vgl. Burde & Wilhelm, 2021). Zur Unterstützung der Messwerterfassung nutzt auch diese Gruppe das tet.folio-Workbook „Messunterstützung“.

Die Interventionsart AR & AR nutzt für die Darstellung der Modellvorstellungen die oben beschriebene AR-Applikation. Für die Messwerterfassung wurde für diese Gruppe zusätzlich eine Bluetooth-Schnittstelle implementiert, um die Anzeige realer am Experiment erhobener Daten in der Applikation zu ermöglichen. Dieser Gruppe stehen damit im Gegensatz zu allen anderen Gruppen weder Multimeter zur Messung noch das tet.folio-Book „Messunterstützung“ zur Verfügung.

2.9 Abhängige Variablen und genutzte Testinstrumente

2.9.1 Konzeptwissen zur Elektrizität

Zur Erhebung des Konzeptwissens wurden 23 Items des Konzeptwissenstests für die Elektrizitätslehre der Sekundarstufe verwendet (2T-SEC Test, entwickelt von Ivanjek et al., 2021). Zwei der insgesamt 25 Items des Originalfragebogens

werden in dieser Studie nicht genutzt, da deren Inhalte im bayerischen Lehrplan (und damit auch in der Intervention) nicht berücksichtigt sind. Jedes Item besteht aus zwei aufeinander aufbauenden Single-Choice-Fragen. Zunächst muss eine fachliche Fragestellung beantwortet werden, für deren Antwort zusätzlich in einem zweiten Schritt eine Begründung erfragt wird. Ein Item ist richtig gelöst, wenn beide Fragen korrekt beantwortet werden.

Im Prätest wurden alle Items am Stück erhoben, für den Posttest zum Konzeptwissen wurden die Items auf vier Kurztest aufgeteilt und jeweils nach den thematisch passenden Stationen bearbeitet.

2.9.2 Kognitive Last

Die kognitive Last der Lernenden wurde mittels der Cognitive Load Scale (Klepsch et al., 2017) erhoben. Von den 8 Items des Originalfragebogens wurden nach Empfehlung der Autoren (Klepsch et al., 2017, S. 10) 7 genutzt. Davon erheben 2 Items die *intrinsische Last*, 2 Items die *lernbezogene Last* und 3 Items die *extrinsische Last*. Alle Items beinhalten jeweils eine Aussage über die Lernsituation, zu welcher sich die Schüler:innen auf einer 7-stufigen Likert-Skala positionieren müssen.

Die Selbsteinschätzung der kognitiven Belastung wurde direkt nach jeder Station erhoben, jeweils vor dem Kurztest zum Konzeptwissen.

2.9.3 Bearbeitungszeit der Aufgaben und schulisches Leistungsniveau

Die Bearbeitungszeit wurde stationsweise erhoben. Die Betreuer:innen führten dafür minutengenaue Protokolle, wann die Gruppen die Arbeit an der jeweiligen Station begonnen haben und wann die Arbeit an der Station beendet wurde.

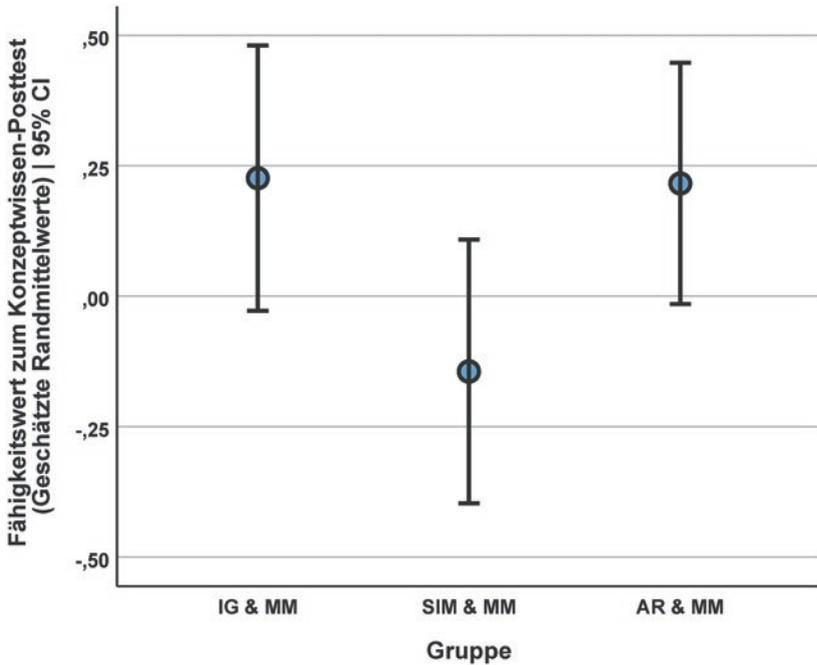
Der schulische Leistungsstand in den Naturwissenschaften wurde im Rahmen des Prätests erhoben. Dafür wurden jeweils die Zeugnisnoten des letzten Schuljahres in den Fächern „Mathematik“ und „Natur und Technik“ erfragt. Als Maß für das schulische Leistungsniveau wird dann der Mittelwert der beiden Noten gebildet.

2.10 Ergebnisse und Diskussion

Die zu den abhängigen Variablen Konzeptwissen und kognitive Last erhobenen Daten wurden gemäß der probabilistischen Testtheorie (auch Item-Response-Theorie, vgl. Neumann, 2014) aufbereitet und skaliert. Die Prä- und Posttestdaten zum Konzeptwissen wurden in einem zweidimensionalen (für die zwei Messzeitpunkte) *2PL*-Modell (Embretson & Reise, 2000, S. 70 f.) ausgewertet, die stationenspezifischen Daten zur kognitiven Last in einem vierdimensionalen (für die vier Messzeitpunkte) *Generalized-Partial-Credit*-Modell (Embretson & Reise, 2000, S. 110 ff.). Die Modellierung erfolgte mit dem R-Paket „TAM“ (Robitzsch et al., 2022).

2.10.1 Analyse der Entwicklung des Konzeptwissens

Auf Grundlage der eingangs geschilderten lerntheoretischen Aussagen zur Nutzung von digitalem Unterstützungsmaterial wurde für die Entwicklung des Konzeptwissens ein positiver Effekt der Nutzung von Simulationen und AR-Applikationen angenommen. Die Testung der Hypothesen, welche die Analyse der Pre-/Post-Daten zum Konzeptwissen beinhalten, wurden nach Empfehlung von Dugard und Todman (1995) mittels Kovarianzanalysen durchgeführt. Die Betrachtung der aus der Kovarianzanalyse resultierenden Verteilungen der geschätzten Randmittelwerte zeigt entgegen den Erwartungen für die Modelldarstellung keinen Vorteil der digitalen Unterstützung gegenüber der Darstellung mittels Infografiken. Vielmehr ergibt sich eine Gleichheit der Konzeptwissensentwicklung für Infografiken und AR-Applikation mit im Vergleich dazu einem Nachteil in der Nutzung der Simulation. Nach Bereinigung um das Vorwissen (Pretest-Ergebnis zum Konzeptwissen) und das schulische Leistungsniveau (Mittelwert der Schulnoten) ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied im Konzeptwissen nach der Intervention für die verschiedenen Arten der Modelldarstellung ($F(2, 112) = 2,781, p = .066, \eta^2 = .047$) und kein statistisch signifikanter Unterschied für die verschiedenen Arten der Messwerterfassung ($F(1, 87) = 398, p = .530, \eta^2 = .005$) (Abb. 2.3 und 2.4).

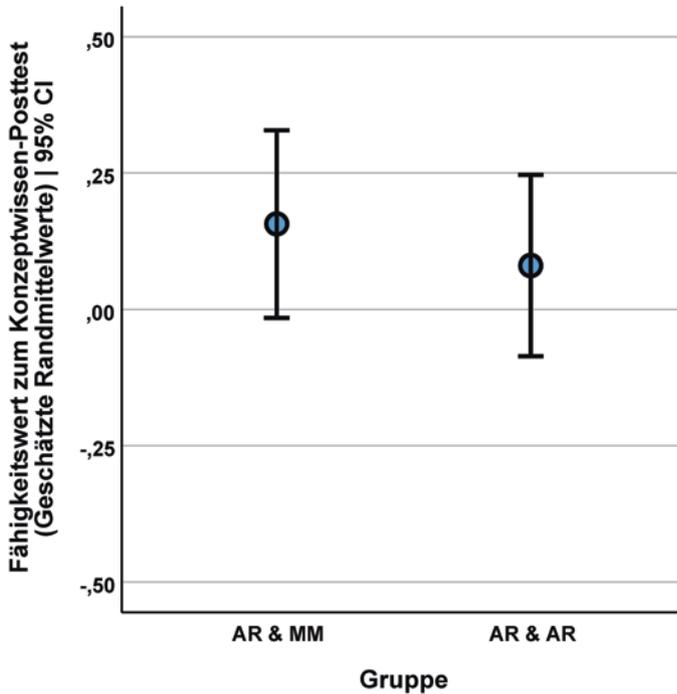


Werte für die in der Auswertung berücksichtigten Kovariaten:
 Konzeptwissen-Prätest = -,3234, Noten (Schnitt) = 2,6086

Abb. 2.3 Geschätzte Randmittelwerte des Konzeptwissens nach der Intervention für die Interventionsgruppen mit Modelldarstellungsunterschieden nach Kontrolle der Kovariaten Vorwissen und schulischer Leistungsstand. (Eigene Darstellung)

2.10.2 Analyse der Gesamtbearbeitungsdauer

Für die Bearbeitungsdauer wurde auf die Alternativhypothesen getestet, da die Annahme von einer Reduktion der Bearbeitungsdauer bei der Nutzung von digitalem Unterstützungsmaterial durch die eingangs zitierte Literatur gestützt wird. Betrachtet man die Mittelwerte der Gesamtbearbeitungsdauer der Intervention für die Formen der Modelldarstellung (vgl. Abb. 2.5), ergibt sich zunächst ein der Erwartung gegenteiliges Bild. Die Darstellung mit Informationsgrafiken erlaubte die im Mittel kürzeste Bearbeitungszeit, während die Nutzung der AR-Applikation die längste Bearbeitungszeit mit sich brachte. Es ist davon auszugehen,



Werte für die in der Auswertung berücksichtigten Kovariaten:
Konzeptwissen-Prätest = $-0,3514$, Noten (Schnitt) = $2,8030$

Abb. 2.4 Geschätzte Randmittelwerte des Konzeptwissens nach der Intervention für die Interventionsgruppen mit Messwerterfassungsunterschieden nach Kontrolle der Kovariaten Vorwissen und schulischer Leistungsstand. (Eigene Darstellung)

dass die Einarbeitung in die Nutzung der digitalen Unterstützung (Simulation wie AR-Applikation) diese längere Bearbeitungszeit bedingt, da der Erstkontakt der Lernenden im Rahmen der ersten Station der Intervention stattfand. Für den Einfluss der Art der Messwerterfassung ergibt sich eine deutliche Zeitreduktion durch die Nutzung der AR-Applikation zur Messung (vgl. Abb. 2.6). Die Nutzung von Multimetern war in den an der Studie teilnehmenden Klassen nicht üblich. Daher war das Erlernen des korrekten Umgangs mit dieser Art der Messwerterfassung relativ zeitintensiv, während die mit der AR-Applikation messenden Lernenden keine zusätzliche Einarbeitung in die Messwerterfassung

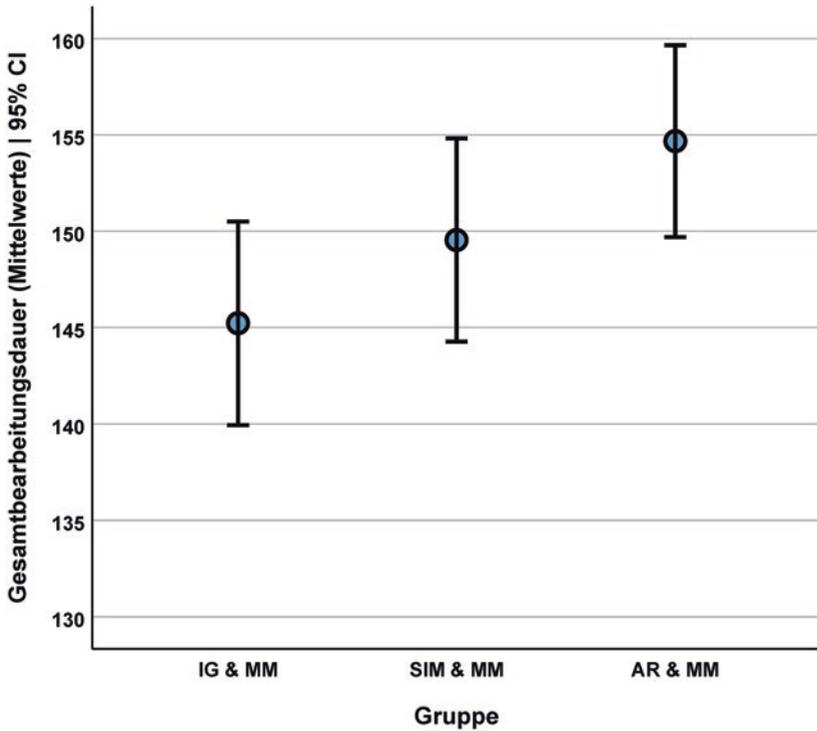


Abb. 2.5 Mittelwerte der Gesamtbearbeitungsdauer (für alle vier Stationen, in Minuten) für die Interventionsgruppen mit Unterschieden in der Modelldarstellung. (Eigene Darstellung)

benötigten. Varianzanalysen ergeben, dass sowohl die Art der Modelldarstellung ($F(2, 125) = 3344, p = .038, \eta^2 = .051$) als auch die Art der Messwerterfassung ($F(1, 101) = 44.261, p < .001, \eta^2 = .305$) einen signifikanten Einfluss auf die durchschnittliche Bearbeitungsdauer haben. Die Šidák-korrigierte Post-hoc-Analyse für die Art der Modelldarstellung ergibt einen signifikanten Unterschied der Bearbeitungsdauer zwischen Gruppe IG & MM und AR & MM ($p = .033, M_{Diff} = 9454, 95\% - CI[.577, 18.332]$).

2.10.3 Analyse der extrinsischen kognitiven Last

Den zur extrinsischen Last formulierten Hypothesen liegt die Annahme zugrunde, dass das Einhalten der Prinzipien der räumlichen und zeitlichen Kon-

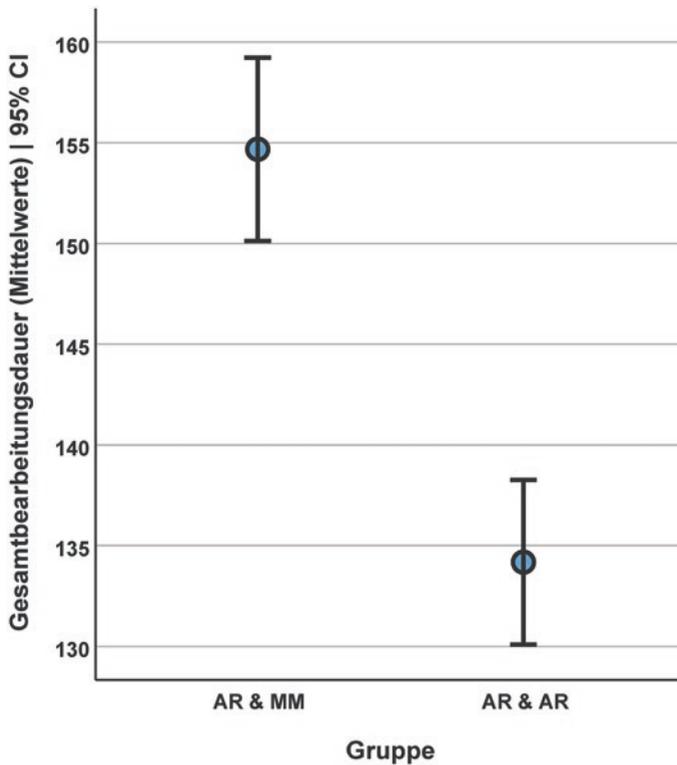


Abb. 2.6 Mittelwerte der Gesamtbearbeitungsdauer (für alle vier Stationen, in Minuten) für die Interventionsgruppen mit Unterschieden in der Messwerterfassung. (Eigene Darstellung)

tiguität eine Senkung der extrinsischen Last zur Folge hat. Beschreibt man die Mittelwertverläufe der sich in der Modelldarstellung unterscheidenden Gruppen (vgl. Abb. 2.7 und 2.8), so fällt auf, dass die Nutzung der Simulation die höchste und die Nutzung der AR-App die geringste extrinsische Last hervorruft. In beiden Applikationen wurde versucht, die Modelldarstellung und das Experiment zu vereinen, allerdings grundlegend unterschiedliche Formen desselben. Die höhere extrinsische Last der Simulationsnutzung deutet darauf hin, dass eine virtuelle Nachbildung des Stromkreises den realen Stromkreis als erforderliche Ressource für den Lernvorgang nicht ersetzen kann. Da in der Studie die Simulation immer vor oder nach dem Realexperiment genutzt wurde, folgt, dass nur

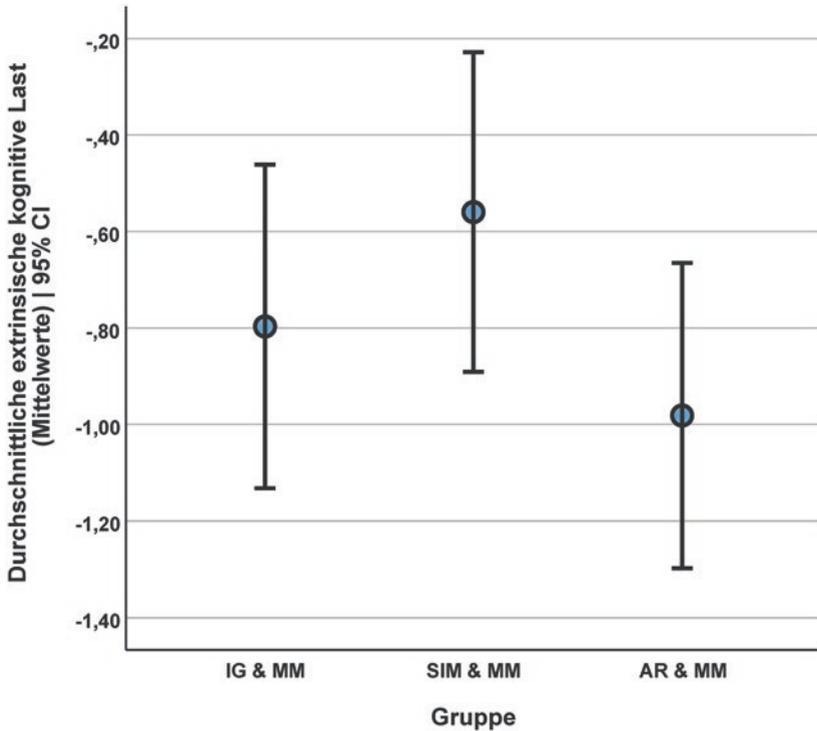


Abb. 2.7 Mittelwerte der extrinsischen Last (Mittelwert über alle vier Stationen) für die Interventionsgruppen mit Unterschieden in der Modelldarstellung. (Eigene Darstellung)

die AR-App sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Kontiguität von Modelldarstellung und Realexperiment ermöglicht, die Nutzung von Infografiken, welche in unserer Studie immer zeitgleich mit dem Realexperiment geschah, zumindest eine zeitliche Kontiguität, während die Nutzung der Simulation weder eine räumliche noch eine zeitliche Kontiguität zwischen Modelldarstellung und Realexperiment erlaubt. Die Verteilung der gemessenen extrinsischen Lasten in den Gruppen IG & MM, SIM & MM und AR & MM stützt diese Interpretation. Varianzanalysen ergeben, dass weder die Art der Modelldarstellung ($F(2, 123) = 1,665, p = .193, \eta^2 = .026$) noch die Art der Messwerterfassung ($F(1, 96) = .464, p = .497, \eta^2 = .005$) einen signifikanten Einfluss auf die durchschnittliche extrinsische Last haben.

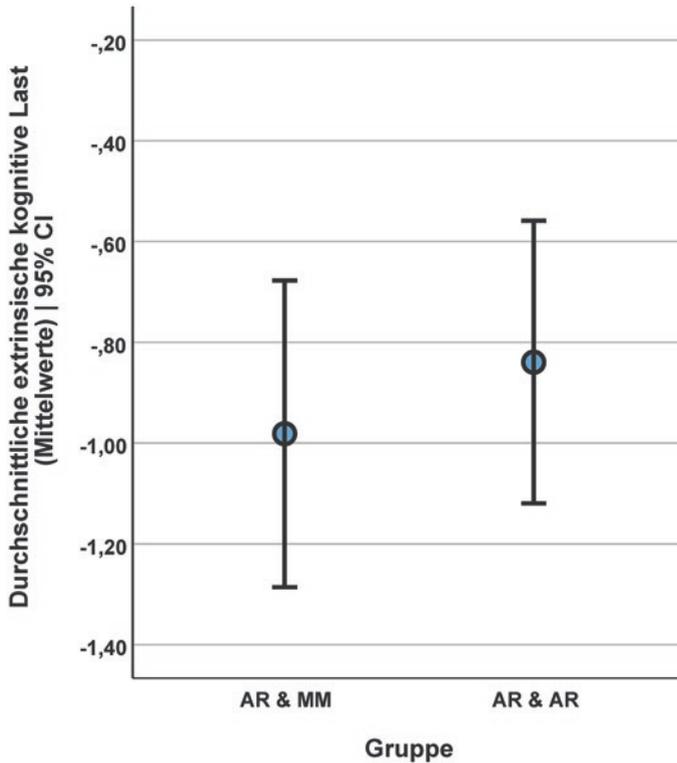


Abb. 2.8 Mittelwerte der extrinsischen Last (Mittelwert über alle vier Stationen) für die Interventionsgruppen mit Unterschieden in der Messwernerfassung. (Eigene Darstellung)

2.10.4 Limitationen der Studie

Der für die Erhebung des Konzeptwissens genutzte Test enthält keine Items zur Messung der Experimentierfähigkeit. Damit konnte die Nutzung der AR-Applikation zur Messung mit der Nutzung von Multimetern nur in ihrem Einfluss auf die Entwicklung des eher abstrakten Konzeptwissens untersucht werden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die beiden Vergleichsgruppen sich beim weiteren Experimentieren in der Handhabung der Messgeräte und der allgemeinen Experimentierfähigkeit und -sicherheit unterscheiden.

Die kurze Interventionszeit und der für die Schüler:innen ungewöhnliche Interventionsort könnten dazu geführt haben, dass neben der Zugehörigkeit zu einer der Interventionsgruppen andere Effekte (Eingewöhnungsphase am außerschulischen Lernort, Einarbeitung in die Handhabung der Applikationen, Neuigkeitseffekte in der Nutzung der Digitalmaterialien) einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung der untersuchten Variablen hatten. Die Nutzung von Simulationen und AR-Applikationen und deren Einfluss auf das Lernen sollte in zukünftigen Arbeiten daher im regulären Schulunterricht im Rahmen von Feldstudien untersucht werden, bei denen der Einfluss der oben genannten Effekte minimiert werden kann.

2.11 Fazit und Ausblick

Im beschriebenen Forschungsvorhaben wurden erfolgreich Tablet-Applikationen für die Vermittlung der Elektrizitätslehre entwickelt und im Rahmen einer experimentellen Schülerlaborstudie auf ihre Lernförderlichkeit hin evaluiert. Im Fokus der Studie standen dabei die Darstellung der lernförderlichen Modellvorstellungen mittels Infografiken, einer Simulation oder einer AR-Applikation und die Erhebung von physikalischen Messwerten mittels Multimetern oder einer AR-Applikation.

Betrachtet man den Einfluss der Nutzung digitaler Unterstützungsmaterialien auf die Entwicklung des Konzeptwissens, stellen sich entgegen der Ergebnisse der eingangs zitierten Studien keine Vorteile der Nutzung einer Simulation oder AR-Applikation im Vergleich mit einer traditionellen Art der Vermittlung (per Infografiken und Multimetern) ein. Nach Aussagen der *Cognitive Load Theory* und der *Cognitive Theory of Multimedia Learning* sollte es die Verwendung von Simulation bzw. AR-Applikation ermöglichen, die Vermittlung kognitiv weniger anspruchsvoll zu gestalten. Die Ergebnisse der Studie bestätigen diese Vermutung nicht. Es gab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Art der Vermittlung und der beim Lernen empfundenen extrinsischen kognitiven Last.

Es wurde ein signifikanter Einfluss der Modelldarstellung und der Messmethodik auf die Bearbeitungszeit gefunden. Hier zeigt sich, dass die Modelldarstellung per AR-Applikation mehr Zeit in Anspruch nimmt als die Darstellung per Infografiken, während die Messung mittels AR-Applikation eine hohe Zeitersparnis gegenüber der Messung mit Multimetern mit sich bringt.

Die Datenerhebung und Auswertung in der beschriebenen Studie sind noch nicht abgeschlossen. Weitere Auswertungsschritte sehen unter anderem die Erstellung eines Mehrebenen-Strukturgleichungsmodells vor, in welchem die Re-

lationierung der kognitiven Last zur Konzeptwissensentwicklung (nach dem *Change-Regression-Modell*, McArdle, 2009) unter Nutzung der bisher nicht ausgewerteten moderierenden Variablen Technikaffinität und Fähigkeit zur Veranschaulichung erfolgen soll.

Appendix

Die im Forschungsvorhaben für die Studie entwickelten Applikationen sind unter dem Namen „PUMA: Spannungslabor“ kostenlos verfügbar. Weitere Informationen zur Applikation und Begleitmaterialien inklusive der Arbeitshefte finden Sie unter <https://go.uniwue.de/puma-s>.

Literatur

- Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. *British Journal of Educational Technology*, *51*(3), 611–628. <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical Review Physics Education Research*, *17*, 023108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2021). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, *38* (1), 285–303. <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Burde, J.-P. (2018). *Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells*. Logos.
- Burde, J.-P., Ivanjek, L., Wilhelm, T., Schubatzky, T., Haagen-Schützenhöfer, C., Dopatka, L., Spatz, V., & Hopf, M. (2022). Schülervorstellungen in Schule und Studium – ein Vergleich. In S. Habig, & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen* (S. 372–375). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- Burde, J.-P., & Wilhelm, T. (2017). Modelle in der Elektrizitätslehre – Ein didaktischer Vergleich verbreiteter Stromkreismodelle. *NiU Physik*, *28*(157), 8–13.
- Burde, J.-P., & Wilhelm, T. (2020). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*, *16*, 020153. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020153>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Burde, J.-P., & Wilhelm, T. (2021). Unterrichtskonzeptionen zu elektrischen Stromkreisen. In T. Wilhelm, H. Schecker, & M. Hopf, (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht* (1. Aufl., S. 231–277). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63053-2_8. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.

- Dugard, P., & Todman, J. (1995). Analysis of pre-test-post-test control group designs in educational research. *Educational Psychology*, 15(2), 181–198. <https://doi.org/10.1080/0144341950150207>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2000). *Item response theory for psychologists*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Frank, F., Stolzenberger, C., & Trefzger, T. (2022). PUMA : Spannungslabor – Eine AR-Applikation für den Einsatz in der E-Lehre der Sek I. *PhyDid B – Didaktik Der Physik – Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 1*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1258>. Zugegriffen: 19. Juli 2024.
- Frank, F., Stolzenberger, C., & Trefzger, T. (2023). PUMA: Spannungslabor – Untersuchung der Lernwirksamkeit von AR. In S. Habig, & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen* (S. 684–687). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- Fromme, B. (2018). Fehlvorstellungen bei Studienanfängern: Was bleibt vom Unterricht der Sekundarstufe I?. *PhyDid B – Didaktik Der Physik – Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 1*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/835>. Zugegriffen: 19. Juli 2024.
- Haase, S., Kirstein, J., & Nordmeier, V. (2016). The technology enhanced textbook: an html5-based online system for authors, teachers and learners. In L.-J. Thoms, & R. Girwidz (Hrsg.), *Selected papers from the 20th International conference on multimedia in physics teaching and learning* (S. 95–92).
- Ivanjek, L., Morris, L., Schubatzky, T., Hopf, M., Burde, J.-P., Haagen-Schützenhofer, C., Dopatka, L., Spatz, V., & Wilhelm, T. (2021). Development of a two-tier instrument on simple electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*, 17, 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020123>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01997>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Mayer, R. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 43–71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Mayer, R., & Fiorella, L. (2014). Principles for reducing extraneous processing in multimedia learning: coherence, signaling, redundancy, spatial contiguity, and temporal contiguity principles. In R. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2. Aufl., S. 279–315). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.015>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Mayer, R., & Moreno, R. (2010). Techniques that reduce extraneous cognitive load and manage intrinsic cognitive load during multimedia learning. In J. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Hrsg.), *Cognitive load theory* (1. Aufl., S. 131–152). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.009>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- McArdle, J. J. (2009). Latent variable modeling of differences and changes with longitudinal data. *Annual Review Psychology* 60(1), 577–605. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.60.110707.163612>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Wilhelm, T., Müller, S., & Burde, J.-P. (2015). Vergleich von Schülervorstellungen zur Elektrizitätslehre in Hessen und Weißrussland. *PhyDid B – Didaktik Der Physik – Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung*. <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/629>. Zugegriffen: 19. Juli 2024.

- Neumann, K. (2014). Rasch-Analyse naturwissenschaftsbezogener Leistungstests. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (1. Aufl., S. 355–369). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_28. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal Ubiquitous Computing*, *18*, 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Rahmawati, R., Widiasih, W., Marisda, D. H. ., & Riskawati, R. (2023). Using four-tier test to identify prospective elementary teacher students' misconception on electricity topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(10), 7793–7802. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.3272>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024
- Robitzsch, A., Kiefer, T., & Wu, M. (2022). *TAM: Test analysis modules. R package version, 4.1–4*. <https://CRAN.R-project.org/package=TAM>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, *58*(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017> . Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Stolzenberger, C., Frank, F., & Trefzger, T. (2022). Experiments for students with built-in theory: ‚PUMA: Spannungslabor‘ – An augmented reality app for studying electricity. *Physics Education*, *57*, 045024. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac60ae>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, *31*, 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>. Zugegriffen: 18. Jan. 2024.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Nachhaltiges Lernen an der Hochschule: Untersuchungen zu Randbedingungen der positiven Effekte von digitalen Übungstests auf das Behalten von Lehrinhalten

Julia Glaser und Tobias Richter

3.1 Einleitung

Lernen begleitet uns ein Leben lang. Dabei geht es in der Regel darum, Wissen nachhaltig zu erwerben, sodass es dauerhaft zur Verfügung steht, die Basis für neues Lernen bilden kann und in den Situationen abgerufen werden kann, in denen es benötigt wird (Richter et al., 2022). Studierende nutzen spontan allerdings oft Lernstrategien, die lediglich das kurzfristige Behalten fördern, wie beispielsweise wiederholtes Lesen oder Auswendiglernen unmittelbar vor Prüfungen (Karpicke et al., 2009; Kornell & Bjork, 2007; Taraban et al., 1999). Eine vielversprechende Lernstrategie für das nachhaltige Lernen sind Übungstests, für die sich sowohl in Laborexperimenten als auch in Schule und Hochschule robuste Effekte auf das längerfristige Behalten gezeigt haben (für Metaanalysen, s. Yang et al., 2021; Rowland, 2014). Übungstests können das nachhaltige Lernen zum einen direkt fördern, indem sie den Abruf aus dem Langzeitgedächtnis trainieren (Abrufübung, retrieval practice), was das gelernte Wissen festigt und leichter abrufbar macht (direkter Testungseffekt, z. B. Carpenter, 2009). Zum anderen kön-

J. Glaser · T. Richter (✉)

Institut für Psychologie, Lehrstuhl für Psychologie IV, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: tobias.richter@uni-wuerzburg.de

J. Glaser

E-Mail: julia.glaser@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_3

nen Übungstests einen indirekten positiven Effekt auf den Lernprozess ausüben, indem sie den Lernenden Lücken im bereits Gelernten vor Augen führen, die dann gezielt nachgebessert werden können (indirekter Testungseffekt) (Arnold & McDermott, 2013). Solche Übungstests lassen sich im Rahmen von Lehrveranstaltungen besonders gut in digitaler Form darbieten, etwa als ergänzende Online-Übungseinheit.

Die vorliegenden Metaanalysen belegen einen robusten positiven Effekt von Übungstests auf das nachhaltige Lernen (z. B. Hedges $g=0.51$, Adesope et al., 2017; $g=0.50$, Rowland, 2014), werfen aber auch bestimmte Fragen auf, die für die Anwendung von Übungstests von Relevanz sind:

- (1)Erstens zeigen sich in Studien zum Testungseffekt fast immer individuelle Unterschiede. Nicht alle Lernenden profitieren gleichermaßen von Übungstests. Es ist denkbar und theoretisch plausibel anzunehmen, dass Lernende bestimmte Voraussetzungen – kognitiver, emotionaler oder motivationaler Art mitbringen müssen, um Übungstests bestmöglich für ihr Lernen zu nutzen (z. B. Carpenter, 2009; Kubik et al., 2021; Pyc & Rawson, 2010).
- (2)Zweitens sind positive Effekte von Übungstests auf das Behalten bislang eindeutig nur für Inhalte nachgewiesen, die in den Übungstests selbst vorkommen. Inwieweit der Testungseffekt auch auf thematisch zusammenhängende Inhalte transferiert, die in derselben Lehreinheit vorgekommen sind, aber nicht direkt getestet wurden, ist bislang noch offen (s. die Metaanalyse von Pan & Rickard, 2018).
- (3)Drittens legt die Forschung zur Rolle von Metakognition beim Lernen (Schneider et al., 2022) nahe, dass Lernende Übungstests für das nachhaltige Lernen womöglich noch effektiver nutzen könnten, wenn sie sich bewusst sind, dass und wie der aktive Abruf aus dem Langzeitgedächtnis das langfristige Behalten fördert. Eine Intervention, die entsprechende metakognitive Überzeugungen kurz vor der Bearbeitung der Übungstests salient macht, könnte also den Testungseffekt noch verstärken.

Diese Fragen wurden in drei Feldexperimenten im Rahmen von Psychologievorlesungen für Lehramtsstudierende untersucht, die durch digitale (Online-) Übungseinheiten ergänzt wurden.

3.2 Experiment 1: Hängt der Testungseffekt in der Hochschullehre von individuellen Voraussetzungen der Studierenden ab?

In Experiment 1 (Glaser & Richter, 2023a, b) wurden Übungstests in zwei regulären Universitätsvorlesungen für Lehramtsstudierende (psychologische Pflichtveranstaltungen im Rahmen des erziehungswissenschaftlichen Studiums) in Form einer minimalen experimentellen Intervention implementiert: Die Übungstests wurden den Studierenden als zusätzliche Online-Lehrangebote zur Verfügung gestellt und waren in wenigen Minuten zu bearbeiten. Zusätzlich wurde eine Woche vor der Vorlesung eine Reihe kognitiver, motivationaler und emotionaler Merkmale der Lernenden erfasst, die möglicherweise für eine sinnvolle Nutzung von Übungstests als Lernstrategie relevant sind. Dazu gehörten zum einen das einschlägige Vorwissen, das für das Verständnis der Vorlesungsinhalte und für die erfolgreiche Bearbeitung der Fragen im Übungstest erforderlich ist – beides potenzielle Moderatoren des Testungseffekts (Greving & Richter, 2018; Rummer & Scheppe, 2022). Zum anderen wurden motivationale und emotionale Merkmale wie Lernmotivation, Fehlerorientierung und Prüfungsängstlichkeit erfasst, die ebenfalls für eine lernförderliche Nutzung von Übungstests relevant sein könnten.

Unmittelbar nach einer Vorlesungssitzung, die die teilnehmenden Studierenden ($N=208$) selbst wählen konnten, absolvierten sie online eine Übungssitzung (auf der Plattform Unipark), in der Kurzantwortfragen (Testung mit korrekktivem Feedback) zu beantworten und – für andere Inhalte – zusammenfassende Aussagen der Kerngedanken zu lesen waren (Wiederholung). Diese beiden Übungsformen – Testung mit Kurzantwortfragen vs. Wiederholung anhand zusammenfassender Aussagen – stellten die experimentelle Manipulation dar. Welche Inhalte der jeweiligen Vorlesungssitzung in Form von Kurzantwortfragen getestet oder in Form von Zusammenfassungen wiederholt wurden, wurde zwischen den Versuchspersonen per Zufall variiert. Eine Woche später wurde die Abrufbarkeit des Gelernten mit einem kriterialen Test geprüft, der Kurzantwort- oder Multiple-Choice-Fragen enthielt. Hier zeigte sich ein deutlicher Testungseffekt ($\eta_p^2=.07$): Vorlesungsinhalte, die in dem Übungstest angefragt worden waren, konnten besser erinnert werden als Inhalte, die in Form von Zusammenfassungen wiederholt worden waren. Der Lernvorteil der Übungstests zeigte sich für alle betrachteten Vorlesungssitzungen, also über verschiedenste Themen hinweg (s. Abb. 3.1). Belege für einen moderierenden Einfluss von kognitiven, motivationalen oder emotionalen Lernermerkmalen ergaben sich jedoch nicht (Glaser & Richter, 2023a). Diese Ergebnisse legen nahe, dass der Testungseffekt ein sehr

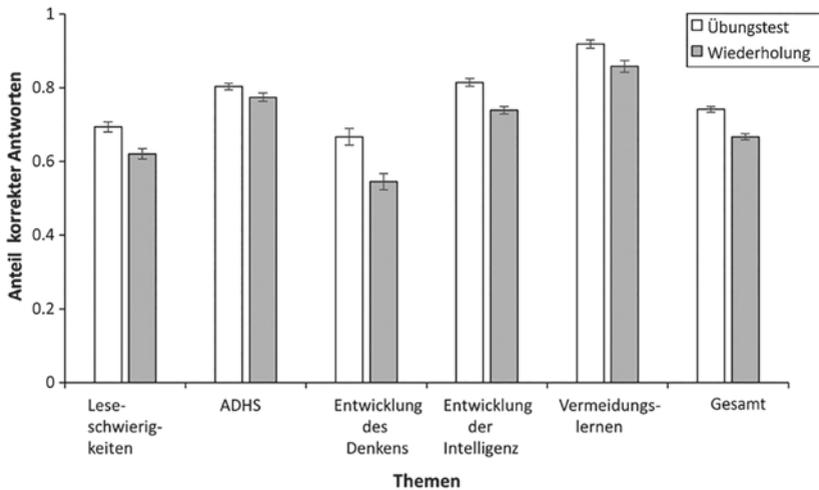


Abb. 3.1 Der Testungseffekt für verschiedene Vorlesungsthemen und über alle Vorlesungsthemen gemittelt (Experiment 1). *Anmerkung.* Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts. Die y-Achse zeigt den Anteil korrekter Antworten im kriterialen Test. (Eigene Darstellung)

robustes Phänomen ist und sich Übungstests zur Unterstützung des nachhaltigen Lernens in einer universitären Lehrveranstaltung auch ohne Rücksichtnahme auf individuelle Unterschiede gewinnbringend einsetzen lassen.

3.3 Experiment 2: Fördern Übungstests auch das nachhaltige Lernen von Lehrinhalten, die nicht direkt getestet wurden?

In Experiment 1 wurde der Testungseffekt für Lehrinhalte nachgewiesen, die in den Übungstests explizit vorkamen. Für die praktische Anwendung von Übungstests im Rahmen universitärer Lehrveranstaltungen wäre es jedoch wünschenswert, wenn Übungstests nicht nur das Behalten der direkt getesteten Inhalte fördern würden, sondern auch das Behalten nicht getesteter, aber thematisch mit den Übungsfragen verknüpfter Inhalte aus derselben Lehreinheit. Ein solcher Transfereffekt wäre theoretisch naheliegend (z. B. im Sinne der Theorie des elaborativen

Abrufs, Carpenter, 2009), ist aber bislang noch nicht empirisch eindeutig belegt (Pan & Rickard, 2018).

Experiment 2 widmete sich dieser Forschungslücke. Auch dieses Experiment wurde als Feldexperiment in Psychologievorlesungen im Rahmen des Lehramtsstudiums durchgeführt. Im Rahmen einer sechswöchigen Experimentalphase mit sechs Vorlesungssitzungen besuchten die teilnehmenden Studierenden ($N=67$) regulär ihre Vorlesungen und erhielten jeweils zwei Tage nach jeder Vorlesungssitzung den Link zu einer Online-Übungssitzung (via SoSciSurvey). In diesen Übungssitzungen wurden den Studierenden entweder Multiple-Choice-Fragen (Testung mit korrekativem Feedback), die bei einer falschen Antwort einmalig wiederholt wurden, gestellt, oder sie lasen zusammenfassende Aussagen (Wiederholung). Wöchentlich wechselte die Aufgabe, sodass alle teilnehmenden Studierenden unter beiden Übungsbedingungen lernten. Nach Abschluss der Experimentalphase folgte in der siebten Woche ein kriterialer Test mit Multiple-Choice- oder Kurzantwortfragen zu allen sechs Vorlesungssitzungen. Ein Teil der Fragen waren dieselben wie in den Übungstests bzw. bezogen sich auf die Inhalte der zusammenfassenden Aussagen, die übrigen Fragen bezogen sich auf thematisch verwandte Inhalte, die in der Vorlesungssitzung, nicht aber in der dazugehörigen Übungssitzung vorgekommen waren. Das Ergebnismuster war sehr klar: Wie in Experiment 1 fand sich ein deutlicher Testungseffekt ($\eta_p^2 = .08$; s. Abb. 3.2, helle Balken), allerdings nur für die Inhalte, die in den Übungssitzungen vorgekommen waren. Ein Transfereffekt auf gelernte, aber nicht direkt getestete Inhalte zeigte sich jedoch nicht (s. Abb. 3.2; dunkle Balken; Glaser & Richter, 2023b).

3.4 Experiment 3: Kann eine metakognitive Aktivierung den Testungseffekt in der Hochschullehre noch verstärken?

Die Wirksamkeit von Übungstests als eine Lernstrategie, die das nachhaltige Lernen fördert, hängt womöglich davon ab, wie Lernende sie nutzen (Soderstrom & Bjork, 2014). In Analogie zu anderen Lernstrategien könnte insbesondere eine aktive, intentionale Nutzung besonders wirksam sein, bei der Lernende mehr kognitive Ressourcen investieren, über die Übungsfragen reflektieren und so mehr Inhalte aus dem Langzeitgedächtnis abrufen als bei einer eher passiven oder inzidentellen Nutzung (s. auch das Konzept des „constructive retrieval“, Hinze et al., 2013). Wenn diese Überlegung zutrifft, sollte eine metakognitive Aktivierung, die den Lernenden den potenziellen Nutzen von Übungstests und die zugrunde liegenden psychologischen Mechanismen vor Augen führt, den Testungseffekt noch

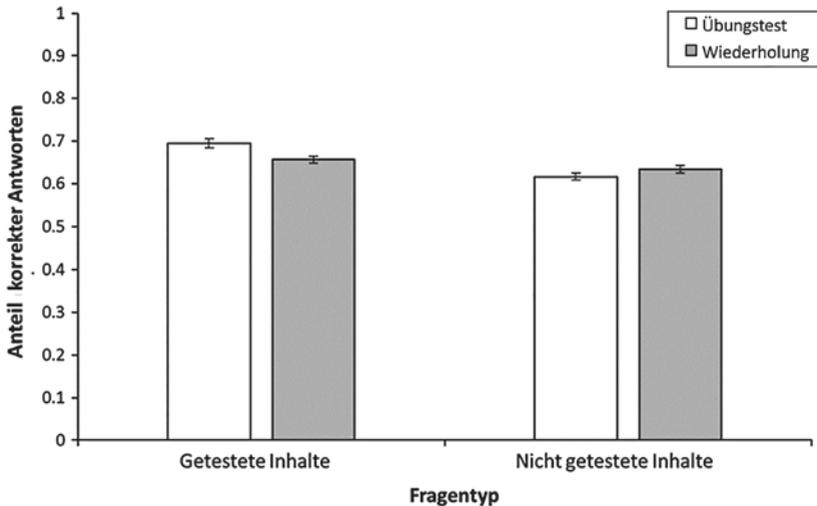


Abb. 3.2 Der Testungseffekte für getestete und nicht getestete, aber gelernte Inhalte (Experiment 2). *Anmerkung.* Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts. Die y-Achse zeigt den Anteil korrekter Antworten im kriterialen Test. (Eigene Darstellung)

verstärken. Diese Hypothese haben wir in Experiment 3 untersucht, das als ein Feldexperiment auf Basis eines ähnlichen Versuchsplans wie bei Experiment 1 umgesetzt wurde, wiederum in Psychologievorlesungen für Lehramtsstudierende ($N=157$). Im Unterschied zu Experiment 1 erhielt nun aber die Hälfte der teilnehmenden Studierenden zusätzlich vor dem Absolvieren der Online-Übungssitzung eine Instruktion, die der metakognitiven Aktivierung dienen sollte, und den Studierenden wurde im Laufe der Übungssitzung die Instruktion mehrfach in Erinnerung gebracht (metakognitive Prompts). Außerdem wurden Fragen im Übungstest, die zunächst falsch beantwortet wurden, im Laufe des Übungstests bis zu fünfmal präsentiert, bis die Teilnehmenden die richtige Antwort gaben (zur Wirksamkeit multipler Tests, s. z. B. Butler, 2010). Eine Woche nach der Wiederholungssitzung erhielten alle teilnehmenden Studierenden wieder einen kriterialen Test, der aus Multiple-Choice- oder Kurzantwortfragen bestand. Die Ergebnisse zeigten einen deutlichen Testungseffekt ($\eta_p^2 = .14$): Die getesteten Inhalte wurden besser behalten als die wiederholten Inhalte. Ein Effekt der metakognitiven Aktivierung zeigte sich jedoch nicht (s. Abb. 3.3). Eine mögliche Interpretation dieses Ergebnisses ist, dass sich Übungstests unabhängig davon, ob man sich ihrer positiven Lerneffekte bewusst ist oder nicht, positiv auf das Lernen auswir-

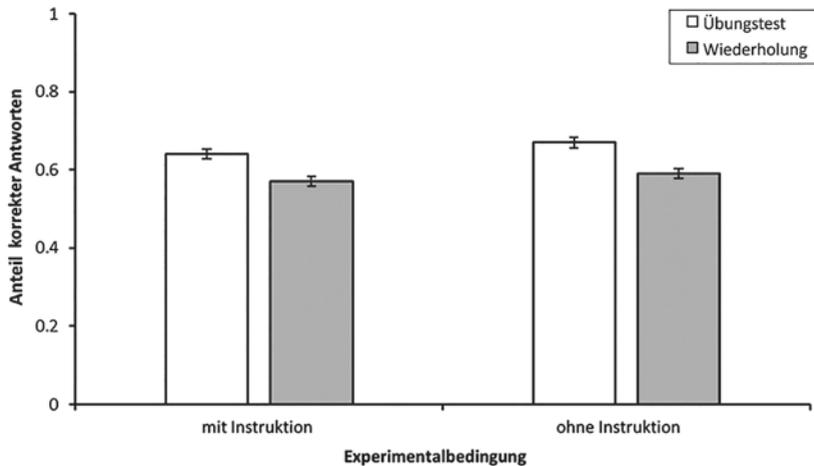


Abb. 3.3 Der Testungseffekt mit und ohne Instruktion zur metakognitiven Aktivierung (Experiment 3). *Anmerkung.* Fehlerbalken repräsentieren den Standardfehler des Mittelwerts. Die y-Achse zeigt den Anteil korrekter Antworten im kriterialen Test. (Eigene Darstellung)

ken. Es ist aber ebenso denkbar, dass die in Experiment 3 gewählte Umsetzung der Übungstests mit der mehrfachen Testung im Falle von Falschantworten die Übungstests bereits so wirksam gemacht hat, dass die metakognitive Aktivierung im Sinne eines Deckeneffekts keinen zusätzlichen Nutzen mehr haben konnte. Darauf deutet der sehr starke Testungseffekt hin, der in Experiment 3 auftrat.

3.5 Fazit: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von digitalen Übungstests in der Hochschullehre

Unsere Experimente zeigen im Einklang mit einschlägigen Metaanalysen (z. B. Yang et al., 2021), dass Übungstests eine sinnvolle und effektive Möglichkeit sind, das nachhaltige Lernen im Hochschulkontext zu fördern. Sie zeigen weiterhin, dass selbst eine minimalistische Intervention, die in wenigen Minuten zusätzlich zur Vorlesung online umgesetzt wird, über verschiedene Vorlesungsthemen hinweg deutliche und robuste Effekte auf das Behalten von Vorlesungsinhalten haben kann. Dabei erwiesen sich sowohl offene Fragen (Kurzantwortfragen) als auch geschlossene Fragen (Kurzantwortfragen) als lernwirksam.

Studierende müssen offenbar keine besonderen kognitiven, motivationalen oder emotionalen Voraussetzungen mitbringen, um von Übungstests profitieren zu können. Besonders stark sind die positiven Effekte von Übungstests bei einer adaptiven Umsetzung: Bei zunächst falschen Antworten wird mehrfach getestet, bis die richtige Antwort erfolgt. Dies setzt neben einer digitalen Darbietung der Übungstests in der Regel die Verwendung von geschlossenen Fragen, in unserem Fall Multiple-Choice-Fragen, voraus.

Unsere Untersuchungen zeigen aber auch eine wesentliche Einschränkung der Wirksamkeit von Übungstests: Gefördert wird offenbar nur das Behalten der direkt getesteten Inhalte, Evidenz für einen Transfer des Testungseffekts auf gelernte, aber nicht getestete Inhalte haben wir nicht gefunden (s. auch Pan & Rickard, 2018). Es ist allerdings möglich (und theoretisch plausibel, s. Carpenter, 2009), dass solche Transfereffekte auftreten, wenn die Inhalte in einer Lerneinheit semantisch sehr eng miteinander zusammenhängen. Diese Frage sollte in der zukünftigen Forschung näher untersucht werden, nicht zuletzt wegen der hohen Relevanz und dem geringen Aufwand von digitalen Übungstests zur Unterstützung des nachhaltigen Lernens im Hochschulkontext und darüber hinaus.

Literatur

- Adesope, O. O., Trevisan, D. A., & Sundararajan, N. (2017). Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research*, 87(3), 659–701. <https://doi.org/10.3102/0034654316689306>
- Arnold, K. A., & McDermott, K. B. (2013). Test-potentiated learning: Distinguishing between direct and indirect effects of tests. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(3), 940–945. <https://doi.org/10.1037/a0029199>.
- Butler, A. C. (2010). Repeated testing produces superior transfer of learning relative to repeated studying. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(5), 1118–1133. <https://doi.org/10.1037/a0019902>
- Carpenter, S. K. (2009). Cue strength as a moderator of the testing effect: The benefits of elaborative retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(6), 1563–1569. <https://doi.org/10.1037/a0017021>
- Glaser, J., & Richter, T. (2023a). The testing effect in the lecture hall: Does it depend on learner prerequisites? *Psychology Learning and Teaching*, 22(2), 159–178. <https://doi.org/10.1177/14757257221136660>
- Glaser, J., & Richter, T. (2023b). The testing effect in the lecture hall: Does it transfer to content studied but not practiced? *Teaching of Psychology*. <https://doi.org/10.1177/00986283231218943>.
- Greving, S., & Richter, T. (2018). Examining the testing effect in university teaching: Retrievability and question format matter. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 2412. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02412>.

- Hinze, S. R., Wiley, J., & Pellegrino, J. W. (2013). The importance of constructive comprehension processes in learning from tests. *Journal of Memory and Language*, 69(2), 151–164. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2013.03.002>
- Karpicke, J. D., Butler, A. C., & Roediger, H. L., III. (2009). Metacognitive strategies in student learning: Do students practise retrieval when they study on their own? *Memory*, 17(4), 471–479. <https://doi.org/10.1080/09658210802647009>
- Kornell, N., & Bjork, R. A. (2007). The promise and perils of self-regulated study. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 219–224. <https://doi.org/10.3758/BF03194055>
- Kubik, V., Gaschler, R., & Hausman, H. (2021). Enhancing student learning in research and educational practice: The power of retrieval practice and feedback. *Psychology Learning & Teaching*, 20(1), 1–20. <https://doi.org/10.1177/1475725720976462>
- Pan, S. C., & Rickard, T. C. (2018). Transfer of test-enhanced learning: Meta-analytic review and synthesis. *Psychological Bulletin*, 144(7), 710–756. <https://doi.org/10.1037/bul0000151>
- Pyc, M. A., & Rawson, K. A. (2010). Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis. *Science*, 330(6002), 335. <https://doi.org/10.1126/science.1191465>
- Richter, T., Berger, R., Ebersbach, M., Eitel, A., Endres, T., Borromeo Ferri, R., et al. (2022). How to promote lasting learning in schools: Theoretical approaches and an agenda for research. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie/German Journal of Developmental Psychology and Educational Psychology*, 54(4), 135–141. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000258>
- Roediger, H. L., III., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves longterm retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: A meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, 140(6), 1432–1436. <https://doi.org/10.1037/a0037559>
- Rummer, R., & Schweppe, J. (2022). Komplexität und der Testungseffekt: Die mögliche Bedeutung der Verständnissicherung für den Nutzen von Abrufübung bei komplexem Lernmaterial. *Unterrichtswissenschaft*, 50, 37–52. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00137-4>
- Soderstrom, N. C., & Bjork, R. A. (2014). Testing facilitates the regulation of subsequent study time. *Journal of Memory and Language*, 73(1), 99–115. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2014.03.003>
- Schneider, W., Tibken, C., & Richter, T. (2022). The development of metacognitive knowledge from childhood to young adulthood: Major trends and educational implications. In J. Lockman (Hrsg.), *Advances in child development and behavior*, Bd. 63 (S. 273–307). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2022.04.006>
- Taraban, R., Maki, W. S., & Ryneanson, K. (1999). Measuring study time distributions: Implications for designing computer-based courses. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 31(2), 263–269. <https://doi.org/10.3758/BF03207718>
- Yang, C., Luo, L., Vadillo, M. A., Yu, R., & Shanks, D. R. (2021). Testing (quizzing) boosts classroom learning: A systematic and meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 147(4), 399–435. <https://doi.org/10.1037/bul0000309>

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Innovative Lernumgebungen gestalten und evaluieren: Selbstreguliertes Lernen an der Hochschule unterstützen

Moiken Jessen, Klaus Lingel und Roland Stein

4.1 Einleitung: Ziele des Teilprojekts

Gute und erfolgreiche Lerner:innen sind in der Lage, ihren Lernprozess reflektiert zu regulieren. Sie planen ihr Lernen, indem sie sich relevante Lernziele setzen, sie überprüfen während des Lernens ihr Wissen und ihren Lernfortschritt, sie nehmen ggf. Änderungen an ihrem Plan und Verhalten vor. Eine solche gelingende Selbstregulation setzt eine fundierte Kenntnis von Strategien des Selbstregulierten Lernens (SRL) voraus. Ziel dieses Teilprojekts war, unterstützende digitale Lernumgebungen zum Thema SRL in Distanzsettings an der Hochschule zu entwickeln und erproben und deren Wirksamkeit in Feldsettings zu evaluieren. Zusätzlich werden digitalisierungsbezogene Erfahrungen und Kompetenzen der angehenden Lehrkräfte aufgebaut, und eine solide Grundlage eines Wissenstransfers von der Forschung in die Praxis der Lehrpersonenbildung und schließlich in die Schulen zum Thema SRL gelegt. In diesem Artikel geben wir einen Überblick über dazu durchgeführte Studien und den E-Learning-Kurs, der im Rahmen des Projekts entstanden ist.

M. Jessen (✉) · K. Lingel · R. Stein

Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Sonderpädagogik V (Pädagogik bei Verhaltensstörungen), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: moiken.jessen@uni-wuerzburg.de

K. Lingel

E-Mail: klaus.lingel@uni.wuerzburg.de

R. Stein

E-Mail: roland.stein@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_4

4.2 Strategien des Selbstregulierten Lernens

Strategien des SRL lassen sich in kognitive, metakognitive und ressourcenbezogene Strategien einteilen. Innerhalb der kognitiven Lernstrategien unterscheidet man weiter zwischen Oberflächenstrategien, wie z. B. Wiederholen von Gelerntem (z. B. erneutes Lesen oder das Auswendiglernen von Listen) und den Tiefenstrategien Elaboration (Integration neuen Wissens in vorhandenes Wissen, z. B. durch Wiedergeben in eigenen Worten) und Organisation (Herausarbeiten von Wissensstrukturen, z. B. mithilfe von Mindmaps). Metakognitive Lernstrategien umfassen die Planung und Überwachung des Lernprozesses (z. B. Erstellung eines Lernplans, „sich selbst testen“). Zuletzt beschreibt die Ressourcennutzung weitere, das Lernen unterstützende Faktoren, z. B. die Bildung einer Lerngruppe oder das Weglegen des Handys (z. B. Hasselhorn & Gold, 2013).

Diese Strategien kommen im Lernprozess in unterschiedlicher Weise zum Einsatz. Im Modell von Zimmerman wird SRL als zyklischer Prozess beschrieben, der aus drei Phasen besteht: (1) einer Planungsphase, in der Lernende zum einen die Aufgabe analysieren und nach geeigneten Strategien suchen und zum anderen sich selbst motivieren, (2) einer Ausführungsphase, in der Lernende die Ausführung der Lernstrategien überwachen und regulieren und (3) einer Reflexionsphase, in der Lernende die Erfahrungen aus der Strategieranwendung auswerten (Zimmerman & Moylan, 2009).

4.3 Selbstreguliertes Lernen an der Universität

Die Anforderungen an das SRL an der Universität sind deutlich höher als in der Schule: Ein umfangreicher und komplexer Wissensbestand muss in relativ kurzer Zeit verarbeitet und aufgenommen werden. Studierende müssen autonom entscheiden, wann sie was wie lernen, da Dozierende im Vergleich zu Lehrkräften an der Schule eher selten regulierend und motivierend in den Lernprozess eingreifen (Steuer et al., 2015). Dies erfordert seitens der Studierenden eine selbstständige Steuerung des Lernprozesses, insbesondere bezüglich Auswahl und Einsatz effektiver SRL-Strategien (Chen et al., 2017; Goppert et al., 2021; Weinstein et al., 2000).

Allerdings gelingt es Studierenden häufig nicht, ihren Lernprozess optimal zu planen und zu regulieren: Zwar wenden sie kognitive Strategien an, nutzen aber selten metakognitive Strategien zur Überwachung ihrer Effektivität (z. B. Karpicke & Blunt, 20011; Enders & Weinzierl, 2017). Zudem erstellen Studierende

Lernmaterialien nicht immer selbst, sondern greifen auf existierende Zusammenfassungen von Kommiliton:innen auf Plattformen wie z. B. Study Drive zurück (Jessen & Stein, in Vorb.). Auch Defizite im Zeitmanagement und einer in Bezug auf SRL kritischen Auseinandersetzung mit den eigenen Lernmaterialien wurden beobachtet. So planen Studierende ihr Lernen nicht ausreichend, prokrastinieren oder „crammen“ kurzfristig vor der Klausur (z. B. Goppert et al., 2021; Cheng & Xie, 2021). Trotz der zuvor genannten Schwierigkeiten und Defizite im Lernverhalten von Studierenden werden diese im tertiären Bildungsbereich oft als kompetente Lernende angesehen.

Stehen ungeplante Herausforderungen an, wie z. B. die pandemiebedingte Distanzlehre, werden vonseiten der Hochschule Überlegungen zur Unterstützung des Lernens in der Regel nicht miteinbezogen. Dabei hat es sich gezeigt, dass Studierende in Distanzsettings weniger effektiv lernen als in Präsenzsettings (Edwards & Taasoobshirazi, 2022), da Distanzsettings besonders hohe Anforderungen an die Selbstregulation des Lernens stellen und gleichzeitig die Möglichkeiten der Lehrenden, Anleitung und Hilfestellung zu geben, minimieren (Broadbent & Poon, 2015).

4.4 Verbesserung des Selbstregulierten Lernens an Hochschulen: Motivation und Ausgangspunkt der Forschung

Es besteht also Handlungsbedarf, Studierende in ihrem Lernprozess zu unterstützen, indem man sie mit dem Konzept des SRL vertraut macht und ihnen hilft, effektive selbstregulierte Lerner:innen zu werden. Dies gilt insbesondere für angehende Lehrkräfte, da deren Auseinandersetzung mit Modellen zum SRL und ihre eigene Fähigkeit, selbstreguliert zu lernen, sich positiv auf das Lernverhalten ihrer zukünftigen Schüler:innen auswirken können.

Um Herausforderungen des SRL zu begegnen, untersuchen verschiedene Studien die Auswirkungen von Prompts auf den zyklischen Lernprozess. Prompts sind „kurze Hinweise oder Fragen, die den Studierenden präsentiert werden, um das Wissen und die Anwendung bekannter kognitiver, metakognitiver, motivationaler oder ressourcenmanagementbezogener Strategien oder anderer Fähigkeiten zu aktivieren, über die die Studierenden bereits verfügen, die sie aber nicht spontan anwenden“ (Wirth, 2009, S. 92, eigene Übersetzung). Man unterscheidet Prompts in Bezug auf die Art der SRL-Strategien, die durch sie aktiviert werden sollen: Metakognitive oder kognitive Prompts sollen die entsprechenden Lernstrategien direkt aktivieren, Reflexionsprompts allgemeinere Reflexionsprozesse

anregen, z. B. darüber, welche Ressourcen und Materialien zu verwenden sind, wohingegen instruktive Prompts durch kurze Anleitungen helfen sollen. Prompts können so in verschiedenen Phasen des Lernzyklus wirken und durch eine Aktivierung der Selbstregulation metakognitive Kontroll- und Überwachungsaspekte auslösen (vgl. Übersicht in Jansen et al., 2019; Broadbent et al., 2020).

Das Setzen von Prompts stellt im Vergleich zu aufwändigen Trainingsprogrammen eine leicht und ökonomisch zu implementierende Methode zur Förderung des SRL dar. Eine Reihe von Untersuchungen konnte deren grundsätzliche Wirksamkeit in Laborsettings belegen (z. B. Bannert & Mengelkamp, 2013; Sonnenberg & Bannert, 2015). Feldstudien, die in ökologisch validen Lernsettings durchgeführt wurden, erbrachten bisher jedoch uneinheitliche Befunde (vgl. Jessen & Stein, 2024.; Theobald, 2021). Ziel der vorliegenden Studien war es daher, die Wirksamkeit von Prompts in ökologisch validen Settings des Distanzlernens näher zu untersuchen.

4.5 Der E-Learning-Kurs

Um die Wirksamkeit instruktiven Promptings zusammen mit einem reflektiven Prompting zum SRL zu testen, wurde eine digitale Lernumgebung in Form eines kurzen E-Learning-Kurses (Bearbeitungsdauer gesamt ca. 60 min) als Angebot an Lehramtsstudierende im universitären Lernmanagementsystem (LMS) Moodle entwickelt und erprobt. Die Funktionen von Moodle sind vielfältig und haben mit der Integration von H5P das Potenzial als Autor:innenwerkzeug zur Herstellung interaktiven E-Learning-Contents zu fungieren. Durch die einfach zu bedienende Benutzeroberfläche lassen sich auch ohne Programmierkenntnisse interaktive Aufgaben, adaptive Pfade und digitale Bewertungs- und Feedbacksysteme umsetzen. Interaktive Inhalte sind in der Online-Lehre eine Möglichkeit, um ein Gefühl der kognitiven und sozialen Präsenz herzustellen, die die Verbindung zwischen Lernenden und Wissensinhalten und die Motivation, in Distanzsetting zu lernen, stärkt (Garrison et al., 1999; Edwards & Taasoobshirazi, 2022).

Der E-Learning-Kurs besteht aus drei Phasen (vgl. Biwer et al., 2020): 1. Sensibilisierung für die Unterschiede in der Wirksamkeit verschiedener Lerntechniken, 2. Reflexion des eigenen Lernens, 3. Planung der Anwendung bestimmter Lerntechniken in Übereinstimmung mit den Lernzielen (detaillierter Lernplan). In jeder Phase werden die vermittelten Inhalte direkt mit interaktiven Aufgaben (z. B. Drag&Drop, Matching-Tasks) abgeprüft. Als Kontrollbedingung entwerfen wir eine ebenfalls als E-Learning-Kurs vermittelte Lerneinheit zum Thema

Tab. 4.1 Überblick über den Aufbau der Befragung und der Kursinhalte. (Eigene Darstellung)

Experimentalgruppe (EG)	Kontrollgruppe (KG)
1. Begrüßung 2. Vorbefragung (Ressourcen, Lernphase, Strategien, Anstrengung, Motivation/Selbsteinschätzung, Prognose, Lesestrategietest)	
3. Einheiten des Selbstlernkurses: a. Vorstellung der Inhalte b. Bewusstsein: <ul style="list-style-type: none"> – Video zu Effektivität Lernstrategien, interaktive Aufgaben zum Inhalt des Videos – Präsentation „Lerntechniken unter der Lupe“ mit interaktiven Aufgaben + Aufgabe Einordnung der Strategien in drei Effektivitätskategorien c. Praktische Umsetzung: <ul style="list-style-type: none"> – Anleitung Erstellung Lernplan, interaktive Aufgabe: Schritte der Lernplannerstellung in die korrekte Reihenfolge zu bringen – Ausfüllen Lernplan 	3. Einheiten des Selbstlernkurses a. Fragebogen: Wissen über Schlafen b. Bewusstsein: <ul style="list-style-type: none"> – Video zu erholsamem Schlaf, interaktive Aufgaben zu den Inhalten des Videos – Präsentation „Schlafstrategien unter der Lupe“ mit interaktiven Fragen + Aufgabe Ranking der Schlafstrategien c. Praktische Umsetzung: <ul style="list-style-type: none"> – Erstellen eines Schlafprotokolls
4. Nachbefragung (Einsatz/Nützlichkeit der Ressourcen, Lernzeit, Einsatz Lernstrategien, Anstrengung, Prognose)	
5. Abfrage Nützlichkeit Infos aus der Studie	5. Abfrage Nützlichkeit Infos aus der Studie

Schlafhygiene nach dem gleichen Muster: 1. Sensibilisierung für effektive Schlafgewohnheiten, 2. Reflexion der eigenen Schlafgewohnheiten, 3. Erstellung eines Schlafprotokolls (vgl. Tab. 4.1).

4.6 Datenerhebungen

Um die Wirksamkeit unterschiedlicher Formen des Promptings systematisch zu untersuchen, wurden eine Reihe von Studien geplant und durchgeführt (vgl. Abb. 4.1).

Die erste Studie, die noch vor Projektbeginn durchgeführt wurde und die die Idee zum Aufbau eines E-Learning-Kurs gab, zielte auf eine Untersuchung der

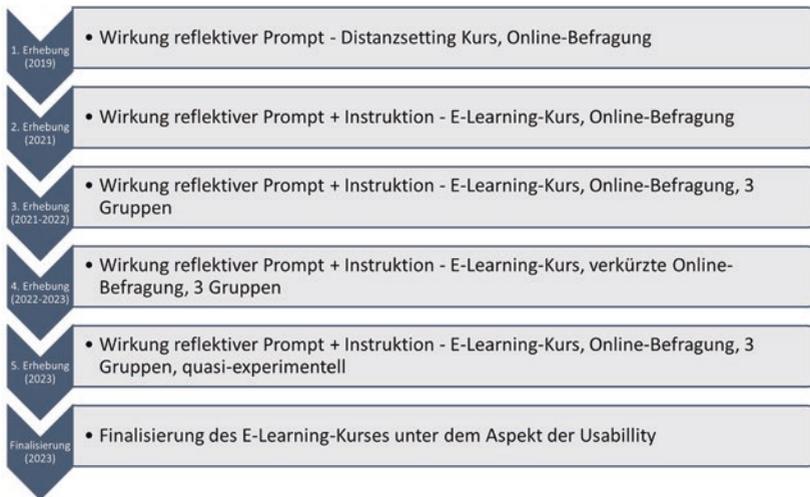


Abb. 4.1 Übersicht der durchgeführten Studien. (Eigene Darstellung)

Wirksamkeit von reflektiven Prompts auf das Lernverhalten. In dieser Erhebung sollten Studierende vor der Klausur angeben, welche Lernmittel sie planen einzusetzen und reflektieren, wann, wieso und wie sie diese Lernmittel einsetzen werden (Lingel et al., in Vorbereitung).

Für die zweite Studie wurde der reflektive Prompt um instruktive Elemente erweitert. Beide Elemente wurden in Form eines E-Learning-Kurses (vgl. Abschn. 4.5) gebündelt. Die zweite Erhebung stellte eine Pilotuntersuchung dar, in der neben der Funktionalität des E-Learning-Kurses, der **Wirksamkeit von reflektivem Prompting in Verbindung mit instruktivem Prompting**, auch Informationen über mögliche moderierende Lernermerkmale (vgl. Abb. 4.2) gewonnen werden konnten (Jessen & Stein, in Begutachtung.). Ein Prä-Post-Design wurde verwendet, um den Einfluss der Intervention auf die Selbstregulation und das Lernverhalten zu erfassen. Durch eine Datenerfassung vor und nach der Intervention, können in Prä-Post-Studien nicht nur Ausgangszustände gemessen, sondern auch gezielte Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Intervention auf Lernverhalten und Strategieeinsatz gezogen werden, wenn die Teststärke ausreichend ist.

In der dritten Studie wurden der Erhebungsbogen um ein **Effektivitätsrating** der SRL-Strategien erweitert, um festzustellen, ob reflektives Prompting in Kombination mit instruktivem Prompting neben einem möglichen Einfluss auf das

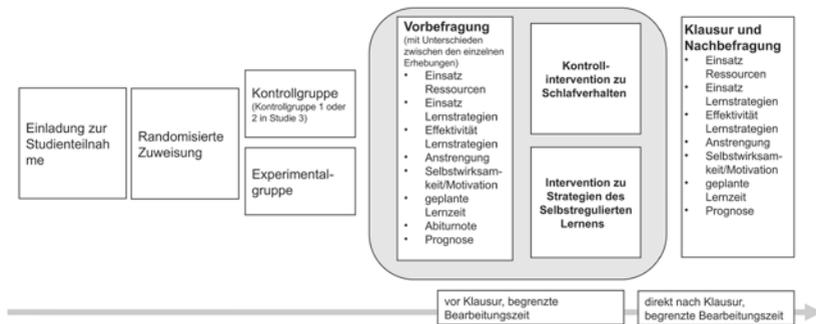


Abb. 4.2 Über die Erhebungen hinweg generalisierende Darstellung des Erhebungsablaufs. (Eigene Darstellung)

Lernverhalten einen Einfluss auf das deklarative Strategiewissen hat. Um mögliche Prompting-Effekte in der KG durch die Befragung selbst zu kontrollieren, wurde in dieser Studie eine zweite KG eingeführt, die in der Vorbefragung keine Angaben zu ihrem Lernverhalten machten (Jessen & Stein, [in Vorbereitung](#)).

Eine vierte Studie mit kürzerer Vor- und Nachbefragung und einer ergänzenden Nützlichkeiterhebung wird aktuell ausgewertet. Die Kürzungen wurden vorgenommen, um die Dropout-Raten, die sich v. a. in den Studien 2 und 3 als problematisch erwiesen, zu reduzieren.

Zukünftig ist eine weitere Erhebung im Fachbereich Jura geplant, die einen fächerübergreifenden Vergleich ermöglicht. Schließlich ist eine Usability-Studie anvisiert, mit dem Ziel, Schwächen in der Benutzerfreundlichkeit zu identifizieren, damit der E-Learning-Kurs den Bedürfnissen und Erwartungen der Benutzer:innen gerecht wird.

Alle Studien wurden im Rahmen universitärer Lehrveranstaltungen in der Lehrpersonenbildung durchgeführt. Die in den Veranstaltungen tatsächlich erzielten Klausurleistungen wurden als ökologisch valides Leistungsmaß herangezogen. Neben der Klausurleistung wurde auch der selbstberichtete Strategieeinsatz sowie motivationale Merkmale, wie Anstrengungsbereitschaft, Selbstwirksamkeitserwartung und aufgewendete Lernzeit, erfasst. [Abb. 4.2](#) zeigt eine generalisierende Darstellung des Studiendesigns für die Erhebungen 1–5.

4.7 Ergebnisse der einzelnen Studien

In Studie 1 wurde geprüft, wie reflektives Prompting auf das Lernverhalten von Studierenden wirkt (Lingel et al., in Vorbereitung). Die Reflexion über den Einsatz von Ressourcen in Bezug auf wie, wann und was in der Klausurvorbereitungsphase gelernt werden sollte, wirkte sich nicht auf die Klausurleistung aus. Allerdings konnte ein positiver Einfluss des reflektiven Prompts auf den Einsatz metakognitiver Lernstrategien gezeigt werden.

Studie 2 war als Pilotstudie konzipiert (Jessen & Stein, 2024). Der reflexive Prompt wurde um Instruktionen zum SRL ergänzt und in Form eines E-Learning-Kurses implementiert. Aufgrund einer zu geringen Teststärke ließen sich die Unterschiede zwischen EG und KG nicht zufallskritisch absichern, jedoch zeigten sich Tendenzen in die erwartete Richtung: Es ließ sich beobachten, dass der E-Learning-Kurs den Strategieeinsatz bei Studierenden während der Klausurvorbereitungsphase zugunsten effektiver Strategien beeinflusste, d. h. im prä-post Vergleich zeigte sich eine höhere Nutzung effektiver SRL-Strategien. Außerdem wies die Interventionsgruppe eine gesteigerte Lernleistung auf (vgl. Tab. 4.2).

Tab. 4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse der deskriptiven Statistik für Leistungsmaß und Strategieeinsatz aus Studien 1–3. (Eigene Darstellung)

	Leistungsmaß			
	<i>EG</i>	<i>KGs</i>	<i>p</i>	<i>D</i>
Studie 1 (N = 360)	$M = 2,54; SE = 0,64$	$M = 2,54; SE = 0,72$	.95	0
Studie 2 (n = 26)	$M = 30,83; SD = 7,1$	$M = 28,96; SD = 10,17$	.59	-.21
Studie 3 (n = 85)	$M = 2,43; SD_{EG} = 1,04$	$M_{CGA} = 2,44; SD = 1,09$	.97	-.02
		$M_{CGB} = 2,93; SD_{CGB} = 1,09$	.21	.47
		$M_{CGAB} = 2,71; SD = 1,09$	.38	.28
Strategieeinsatz				
	<i>EG</i>	<i>KGs</i>	<i>p</i>	<i>D</i>
Studie 1 (N = 360)	$M = 30,23; SE = 0,48$	$M = 28,94; SE = ,39$	.04	-.25
Studie 2 (n = 26)	$M = 30,75; SD = 4,31$	$M = 28,8; SD = 2,77$	.19	.53
Studie 3 (n = 85)	$M = 68,91; SD = 7,8$	$M_{CGA} = 66,85; SD = 7,73$	.54	.02
		$M_{CGB} = 69,54; SD = 15,11$	.86	.08
		$M_{CGAB} = 68,19; SD = 11,84$	.90	-.04

Anmerkungen: CGA = Kontrollgruppe mit Vorbefragung, CGB = Kontrollgruppe ohne Vorbefragung, CGAB = zusammengefasste Ergebnisse beider Kontrollgruppen

Für Studie 3 (Jessen & Stein, [in Vorbereitung](#)) wurde der E-Learning-Kurs überarbeitet. Neben einer Optimierung der Usability wurden Vor- und Nachbefragung angepasst. Zudem wurde das Erhebungsdesign in ein Drei-Gruppen-Design geändert, um mögliche Prompting-Effekte, die durch die Beantwortung der Vorbefragung ausgelöst werden können, zu erfassen. Die Analysen wurden mittels Diffence-in-Differences-Regressionen durchgeführt. Auch diese Studie erreichte nicht die nötige Stichprobengröße, um statistisch belastbare Ergebnisse zu generieren, weswegen die folgenden Befunde mit entsprechender Vorsicht betrachtet werden müssen. In Bezug auf die Lernleistung gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Experimentalgruppe und den Kontrollgruppen A und B (Gruppe B erhielt eine Vorbefragung ohne Fragen zu Lernstrategien (vgl. [Tab. 4.2](#)). Die Unterschiede zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe B (ohne Vorbefragung) entsprachen ca. einer halben Notenstufe. Die Unterschiede zwischen der Experimentalgruppe und beiden Kontrollgruppen A und B zusammengenommen entsprachen ca. einer viertel Notenstufe. Es gab keinen Unterschied zwischen der Experimentalgruppe und Gruppe A (mit Vorbefragung).

Bezüglich der Nutzung von SRL-Strategien zeigten erste Analysen im Prä-Postvergleich zwischen EG und Kontrollgruppe B (ohne Vorbefragung), dass durch die Intervention einige SRL-Strategien signifikant häufiger genutzt wurden. Analysen zu moderierenden Einflüssen der mit erhobenen Lernermerkmale konnten noch nicht abschließend ausgewertet werden (Jessen & Stein, [2024](#)).

[Tab. 4.2](#) gibt einen Überblick über die deskriptiven Statistiken in Studien 1–3.

Die Datenerhebung für die vierte Studie ist abgeschlossen, während die Analyse noch aussteht. Die fünfte Erhebung ist noch nicht gänzlich abgeschlossen.

4.8 Ergebnisse in der Zusammenschau

Die beobachteten Differenzen zwischen EG und KG liegen im Bereich kleiner und mittlerer Effekte. Dieser Befund deckt sich mit den Ergebnissen der verfügbaren Literatur (Chen et al., [2017](#); Jansen, [2019](#); Theobald, [2022](#)). Jedoch leiden die Studien 2 und 3 trotz groß angelegter Werbemaßnahmen und Belohnungen für eine Teilnahme an einer hohen Drop-Out-Rate (insbesondere bei der Nachbefragung, in der die Klausurleistung und der Strategieeinsatz erhoben wurde). Die zum statistischen Nachweis der beobachteten Effekte benötigte Teststärke konnte daher in diesen Studien nicht hergestellt werden.

In Bezug auf den Strategieeinsatz erwies sich das Befundmuster als inkonsistent. Zwar ließ sich in den Studien 1 und 2 eine positive Tendenz der Intervention auf den Einsatz der Strategien beobachten, nicht jedoch in Studie 3. Bei einem Ver-

gleich der Befunde über die Studien hinweg ist jedoch zu beachten, dass in Studie 3 die Erhebungsinstrumente zur Erfassung des Strategieeinsatzes verändert wurde.

In Bezug auf die Lernergebnisse konnten in Studie 1 keine Unterschiede zwischen EG und KG beobachtet werden. Der reflektive Prompt alleine wirkte sich also nicht auf das Lernergebnis aus. In den Studien 2 und 3 fallen die Klausurleistungen der Experimentalgruppe tendenziell besser aus. In Studie 2 erreichen die Teilnehmer:innen der Experimentalgruppe im Mittel 30,83 Punkte, wohingegen die Teilnehmer:innen der Kontrollgruppe 28,96 Punkte von maximal 50 Klausurpunkten erreichten. Die in Studie 3 ermittelte Differenz zwischen EG und KG fiel mit ca. einer halben Notenstufe aus. Erst die Kombination aus reflexivem Prompt und Instruktion zeigte also einen Einfluss auf die Lernleistung.

Die in Studie 2 und 3 erhobenen Nützlichkeitseinschätzungen der teilnehmenden Studierenden fallen überwiegend positiv aus. Einige Studierende gaben an, dass der Kurs für sie sehr relevant und wichtig war und ihnen in der Klausurvorbereitung geholfen hat. Außerdem wurde vorgeschlagen, einen solchen Kurs für junge Semester ins Uni-Angebot aufzunehmen, damit diese dann gut auf das weitere Studium vorbereitet sind. Andere Teilnehmer:innen gaben an, sich einen solchen Kurs zu Beginn ihres Studiums gewünscht zu haben.

Während dieses Projekts bestand die größte Schwierigkeit darin, die Proband:innen lange genug zu binden. Zwar starteten viele Studierende mit dem Kurs und bearbeiteten auch einen Großteil der Aufgaben, aber die Dropout-rate zur Nachbefragung fiel stets sehr hoch aus. Zu überlegen ist daher, ob man andere Anreizmechanismen (z. B. finanzielle Anreize oder Notenboni für die Klausur) einsetzen könnte, oder ob es sinnvoll wäre, über Studiengänge hinweg zu erheben, um deutlich größere Stichproben zu erhalten.

4.9 Diskussion und Ausblick: Nachhaltigkeitsbestrebungen und Transfer von Wissenschaft in die Praxis

Die Ergebnisse der durchgeführten Studien zeigen vielversprechende Ansätze für die Förderung vom SRL bei Studierenden an Hochschulen mithilfe von E-Learning-Kursen, die reflektives und instruktives Prompting verbinden. Jedoch müssen die hier vorliegenden Ergebnisse aufgrund hoher Dropout-Raten und mangelnder Teststärke vorsichtig interpretiert werden.

Es gibt aktuell Bestrebungen, den E-Learning-Kurs an der Universität Würzburg zu verankern und dort allen Studierenden zugänglich zu machen. Als Selbstlernkurs kann er generell nützliche Grundlagenfähigkeiten für ein erfolgreiches,

stressreduziertes Lernen im Studium schaffen. Außerdem wird eine Optimierung des Kurses mit Blick auf die Usability in Zusammenarbeit mit Studierenden des Instituts für Mensch-Computer-Medien angestrebt. Die Wahl des Mediums und Formats, in dem Inhalte und Wissen vermittelt werden, ist ein unterschätzter Faktor, der die Wirksamkeit von E-Learning-Kursen beeinflussen kann. Eine hohe Usability ist für E-Learning Kurse besonders wichtig, damit technische Schwierigkeiten oder unintuitive Bedienung nicht die Effektivität des Lernens beeinträchtigen. Nicht zuletzt ist es bei der Gestaltung von Online-Lernumgebungen entscheidend, dass die Studierenden sich sozial verbunden (social connectivity) und motiviert fühlen (Edwards & Taasobshirazi, 2022).

Der Einsatz von SRL-Kursen in der Lehrpersonenbildung bietet darüber hinaus einen sekundären Nutzen. Viele angehende Lehrkräfte besitzen keine oder unzureichende Kenntnisse über SRL (Dignath & Sprenger, 2020). Der E-Learning-Kurs vermittelt ihnen wichtiges Grundlagenwissen zum SRL. Mit Blick auf ihre zukünftige Tätigkeit als Lehrkraft, ermöglicht dieses Grundwissen auf der einen Seite eine bessere Leistungsbewertung ihrer zukünftigen Schüler:innen sowie eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für konstruktives Feedback und Anleitung. Auf der anderen Seite werden angehende Lehrkräfte in die Lage versetzt, ihren Schüler:innen Techniken des SRL näher zu bringen und sie so beim „Lernen Lernen“ zu unterstützen.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass ein leicht einzusetzender E-Learning-Kurs tendenziell das Lernverhalten von Studierenden positiv beeinflussen und als ein anwendungsbezogener Zugang zu Theorien und Modellen des SRL dienen kann. Da angehende Lehrpersonen im E-Learning-Kurs verschiedene Ansätze und Methoden der digitalen Lehre kennenlernen und ihre Kompetenzen im SRL sowie in der Gestaltung von Lernumgebungen erweitern, ist zu erwarten, dass sie diese Kenntnisse an ihre zukünftigen Schüler:innen weitergeben werden. Innerhalb des übergeordneten Projekts trägt dieses Teilprojekt zur didaktischen Verbesserung der digitalen Bildung bei, insbesondere im Bereich der Lehrpersonenbildung. Die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse über SRL ist in vielen Lernsituationen in der Schule und im lebenslangen Lernen denkbar.

Literatur

- Bannert, M., & Mengelkamp, C. (2013). Scaffolding hypermedia learning through metacognitive prompts. In R. Azevedo & V. Aleven (Hrsg.), *International handbook of meta-cognition and learning technologies* (Bd. 26, S. 171–186). Springer.
- Biwer, F., Egbrink, M. G. o., Aalten, P., & Bruin, A. B. de (2020). Fostering effective learning strategies in higher education – A mixed-methods study. *Journal of Applied*

- Research in Memory and Cognition*, 9(2), 186–203. <https://doi.org/10.1016/j.jar-mac.2020.03.004>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Broadbent, J., & Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.04.007>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Broadbent, J., Panadero, E. & Fuller-Tyszkiewicz, M. (2020). Effects of mobile-app learning diaries vs online training on specific self-regulated learning components. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2351–2372. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09781-6>.
- Chen, P., Chavez, O., Ong, D. C., & Gunderson, B. (2017). Strategic resource use for learning: A self-administered intervention that guides self-reflection on effective resource use enhances academic performance. *Psychological Science*, 28(6), 774–785. <https://doi.org/10.1177/0956797617696456>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Cheng, S.-L., & Xie, K. (2021). Why college students procrastinate in online courses: A self-regulated learning perspective. *The Internet and Higher Education*, 50, 100807. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2021.100807>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Dignath, C., & Sprenger, L. (2020). Can you only diagnose what you know? the relation between teachers' Self-regulation of learning concepts and their assessment of students' self-regulation. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.585683>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Edwards, O. V., & Taasoobshirazi, G. (2022). Social presence and teacher involvement: The link with expectancy, task value, and engagement. *The Internet and Higher Education*, 55, 100869. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2022.100869>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Enders, N., & Weinzierl, C. (2017). Lernstrategienutzung beim E-Learning: Strategische Vorbereitung auf unterschiedliche Lern- und Prüfungsanlässe. *ZeHf – Zeitschrift Für Empirische Hochschulforschung*, 1(1), 5–23. <https://doi.org/10.3224/zehf.v1i1.01>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Garrison, D., Anderson, T., & Archer, W. (1999). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2(2–3), 87–105. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6). Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Goppert, S. A., Neuenhaus, N., & Pfost, M. (2021). Ein Werkstattbericht und erste deskriptive Befunde: Das Forschungsprojekt SeLF. *die hochschullehre*, 1. <https://doi.org/10.3278/HSL2122W>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2013). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren* (3. Aufl.). Kohlhammer Standards Psychologie. Kohlhammer.
- Jansen, R. S., van Leeuwen, A., Janssen, J., Jak, S., & Kester, L. (2019). Self-regulated learning partially mediates the effect of self-regulated learning interventions on achievement in higher education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 28, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100292>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Jessen, M. & Stein, R. (2024). E-Learning und SRL an der Hochschule. Pilotierung eines kurzen E-Learning-Kurses zu Strategien des selbstregulierten Lernens. *die hochschullehre*, 10/2024. <https://doi.org/10.3278/HSL24>.
- Jessen, M. & Stein, R. (in Vorbereitung). *Can a brief e-learning course support students' self-regulated learning in virtual settings? Institut für Sonderpädagogik – Lehrstuhl für Sonderpädagogik V – Pädagogik bei Verhaltensstörungen*. University of Würzburg.

- Karpicke, J.D. & Blunt, J.R. (2011). Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping. *Science*, 331, 772–775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>.
- Lingel, K., Jessen, M., & Stein, R. (in Vorbereitung). Prompting a reflection on learning in a distance setting at university: Effects on learning outcome, strategy application and resource use. Institut für Sonderpädagogik – Lehrstuhl für Sonderpädagogik V – Pädagogik bei Verhaltensstörungen. University of Würzburg.
- Sonnenberg, C., & Bannert, M. (2015). Discovering the effects of metacognitive prompts on the sequential structure of SRL-processes using process mining techniques. *Journal of Learning Analytics*, 2(1), 72–100. <https://doi.org/10.18608/jla.2015.21.5>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Steuer, G., Engelschalk, T., Jöstl, G., Roth, A., Wimmer, B., Schmitz, B. et al. (2015). Kompetenzen zum selbstregulierten Lernen im Studium. Ergebnisse der Befragung von Expert(inn)en aus vier Studienbereichen. In S. Blömeke & O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Kompetenzen von Studierenden. Zeitschrift für Pädagogik, Bd. 61* (S. 203–225). Beiheft. Beltz Juventa. <https://doi.org/10.25656/01:15511>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Theobald, M. (2021). Self-regulated learning training programs enhance university students' academic performance, self-regulated learning strategies, and motivation: A meta-analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 66, 101976. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101976>. Zugegriffen: 11. Jan. 2024.
- Weinstein, C. E., Husman, J. & Dierking, D. R. (2000). Self-Regulation Interventions with a Focus on Learning Strategies. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Hrsg.), *Handbook of Selfregulation* (S. 727–747). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50051-2>.
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A. C. Graesser (Hrsg.), *Handbook of metacognition in education* (S. 299–315). Routledge.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Auf der Suche Nach Dem Ästhetischen Moment Des Unterrichts

5

Eine bildungstheoretische Sicht auf das Digitale

Stephanie Kasch, Manuel Neubauer und Jens Dreßler

5.1 Einleitung

Aus bildungstheoretischer Sicht kommt es in Bezug auf digitale Medien nicht nur auf die Gestaltung und Nutzbarmachung für den Unterricht an. Digitale Medien bestimmen im Kontext einer „Kultur der Digitalität“ (Stalder, 2017) zunehmend unseren Alltag und haben dadurch das Potenzial, unser Verhältnis zu den Dingen, zur Welt und zu uns selbst zu formen. Wenn Bildung gerade durch das Eintreten in ein reflexives Verhältnis zu sich und der Welt gekennzeichnet ist, erhalten digitale Medien und deren Einfluss auf dieses Verhältnis bildungstheoretische Relevanz. Es erscheint vielversprechend, auf der Suche nach einem Einfallstor für Reflexivität die Aufmerksamkeit dem ästhetischen Moment des Unterrichts zuzuweisen. Ästhetische Praktiken durchziehen den Unterricht. Sie zeigen sich etwa im spontanen, spielerischen Umgang von Schülerinnen und Schülern mit digitalen Medien, also überall dort, wo ein Abweichen von geplanten Zwecken erkennbar wird. In der ästhetischen Praxis, die Bruchstellen erzeugt, öffnet sich

S. Kasch · J. Dreßler

Institut für Pädagogik, Professur für Gymnasialpädagogik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: stephanie.kasch@uni-wuerzburg.de

J. Dreßler

E-Mail: jens.dressler@uni-wuerzburg.de

M. Neubauer (✉)

Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Systematische Bildungswissenschaft, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: manuel.neubauer@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_5

der Raum für neue Erfahrungen. Diese „Bruchlinien der Erfahrung“ (Waldenfels, 2002) nicht liegen zu lassen oder als störend abzustempeln, sondern sie wahrzunehmen, sie aufzugreifen und zum Gegenstand des Unterrichts zu machen, erweist sich – so die zentrale These dieses Beitrags – somit als fundamentales Ziel eines Unterrichts, der auf Bildung im Angesicht des Digitalen abzielt.

Zur Ausarbeitung der These wird hierfür zunächst der Standpunkt des Menschen in einer Kultur der Digitalität dargestellt. Anhand aktueller Forschungen zur Digitalität wird umrissen, wie digitale Medien Ordnungen der Digitalität erzeugen und in welcher Weise diese Ordnungen den Menschen umfassen. In einem zweiten Schritt erfolgt eine bildungstheoretische Problematisierung, aus der hervorgeht, dass das Fragwürdig-Werden von Ordnungen den Ausgangspunkt für Bildungsprozesse darstellt. Anschließend wird am Beispiel des Spielens aufgezeigt, inwiefern ästhetische Praktiken das Potenzial haben, eben jene Fragwürdigkeit auszulösen. Abschließend werden pädagogische Konsequenzen für Unterricht und Lehre am Beispiel der Simulation aufgezeigt.

5.2 Ordnungen der Digitalität

Wenn eine bildungstheoretische Perspektive auf Digitalisierungsprozesse die Betrachtung von Selbst- und Weltverhältnissen in digitalisierten Lebenswelten impliziert, dann wird die Frage zentral, inwiefern Medientechnologien diese Selbst- und Weltverhältnisse prägen.

Eine geisteswissenschaftliche Herangehensweise offenbart, dass die menschliche Lebenswelt keine unveränderliche Faktizität darstellt, die einfach gegeben ist. Das menschliche Zur-Welt-Sein ist vielmehr immer bereits ein Verstehendes, Wahrnehmungen und damit Wirklichkeiten sind in diesem Sinne immer bereits durch Interpretationsschemata und begriffliche Denkordnungen charakterisiert. Diese Denkordnungen entstehen dabei selbst in Wahrnehmungen und sind nicht apriori jenseits jeglicher Erfahrung verhaftet (Dörpinghaus, 2020, S. 77 f.). Vielmehr kann in Bezug auf das menschliche Zur-Welt-Sein in Anschluss an Foucault von einem „historische[n] Apriori“ (Foucault, 2015, S. 204) ausgegangen werden.

„Dieses [historische] Apriori ist das, was in einer bestimmten Epoche in der Erfahrung ein mögliches Wissensfeld abtrennt, die Seinsweise der Gegenstände, die darin erscheinen, definiert, den alltäglichen Blick mit theoretischen Kräften ausstattet und die Bedingungen definiert, in denen man eine Rede über die Dinge halten kann, die als wahr anerkannt wird.“ (ebd.)

Mit Foucault lässt sich also genauer bestimmen, in welcher Weise der Zugang zur Welt vorgeordnet ist, nämlich historisch und kulturell.

Da Wahrnehmungen eben keine reinen Abbildungen von Wirklichkeit darstellen, sondern dispositiv eingebunden sind, sind sie auch durch jeweils vorherrschende Medientechnologien geprägt. Torsten Meyer erweitert das Konzept des historischen Aprioris daher um den Medienbegriff. Ein dann „*medien-kultur-historisches Apriori*“ (Meyer, 2011, S. 31 f. Hervorh. i. Orig.) stellt die Bedingungen des Handelns, Denkens und Wahrnehmens dar, die historisch-kulturell geworden und durch vorherrschende Medientechnologien geprägt sind.

Medientechnologien konstituieren demnach unterschiedliche kulturelle und soziale Praktiken und mit diesen Denkordnungen. Sie sozialisieren Wahrnehmungen und prägen damit, was Menschen für wahr halten. Deutlich wird dies beispielsweise an Fotografien, denen aufgrund ihrer Charakteristik der scheinbar neutralen Abbildung ein höherer Wahrheitsgehalt zugesprochen wird als Gemälden oder gar Erinnerungen. Dies wird auch an der juristischen Verwertbarkeit von Fotografien als Beweismittel vor Gericht ersichtlich (ebd., S. 33). Medientechnologien prägen also Wahrnehmungen und Denkordnungen durch die Etablierung kultureller und sozialer Praktiken. Die Ordnungen, welche durch die voranschreitende Digitalisierung gebildet werden und den Zugang zur Welt dadurch bedingen, sollen in Folgendem dargestellt werden.

Der Begriff der Digitalisierung bezeichnet vor allem Umwandlungsprozesse von physischen Gegenständen in digitale Daten (Ackermann & Egger, 2021, S. 5; Noller, 2021, S. 42). Digitale Daten zeichnen sich dabei durch ihre binäre Form aus. Der Prozess der Digitalisierung weist analogen Phänomenen und Gegenständen eindeutige binäre Zahlenwerte zu und führt zur Etablierung von Technologien, die diese Zahlenwerte verarbeiten können. Durch die Ubiquität digitaler Technologien in alltäglichen Situationen ist der Digitalisierung der Begriff der Digitalität zur Seite zu stellen. Digitalität bezieht sich weniger auf technische Umwandlungsprozesse, als vielmehr auf die Bedeutung dieser für die Lebenswelt (Noller, 2021, S. 42). Während Digitalisierung als technischer Prozess zu einer Verdattung der Wirklichkeit führt, durch die sämtliche Gegenstände und soziale Handlungen auf binäre Daten reduziert und dadurch maschinell berechenbar werden, bezeichnet Digitalität den lebensweltlichen Niederschlag dieser Prozesse. Damit kommen kulturelle und gesellschaftliche Transformationen in den Blick, die mit der Digitalisierung einhergehen und für die Digitalisierungsprozesse die Grundlage darstellen. Durch den Begriff der Digitalität wird die strikte Trennung zwischen digital und analog aufgehoben, wodurch das Digitale nicht als virtuelle Sphäre betrachtet werden kann, die der Realität entgegensteht, sondern in diese

verwoben ist (Noller, 2022, S. 10). Das bedeutet, dass das gesamte menschliche Leben in Digitalität von digitalen Codestrukturen durchzogen ist. Kulturelle und soziale Praktiken finden in und mit diesen digitalen Codestrukturen statt und sind durch diese geprägt bzw. konstituiert. Wenn Luciano Floridi von einem Zustand spricht, in dem Menschen „*onlife*“ (Floridi, 2018, S. 20; Hervorh. i. Orig.) sind, meint er diese Verflechtung von Digitalem und Analogem in der Lebenswelt. Somit ist es den Menschen nicht möglich ‚offline zu gehen‘, sich in rein analoge Räume zurückzuziehen und sich dadurch den Bedingungen des Digitalen zu entziehen. Vielmehr sind Menschen in diese Bedingungen verstrickt. Digitalität bezeichnet die Umgebung mit all ihren Bedingungen und Möglichkeiten, in der Menschen leben und in der kulturelle und soziale Praktiken virulent werden. Diese Umgebung ist sowohl analog als auch digital (ebd., S. 20 f.). Eine Trennung von digital und analog verdeckt diese Verflochtenheit und verfehlt deren Seinsweise. Eine kritische Stellungnahme zu Codestrukturen und den sich damit ergebenden Transformationen kann nur aus der Verwobenheit in diese erfolgen.

Digitalität ist besonders durch algorithmische Strukturen gekennzeichnet. Algorithmen sind in erster Linie Rechenvorschriften, die aus einem Input, verstanden aus einer Menge von Daten, durch klare Handlungsvorschriften einen Output erzeugen (Cormen et al., 2017, S. 5). Sie wirken in Datenräumen, sodass die Datenform die Bedingung der Möglichkeit von algorithmischen Rechenschritten darstellt. Ohne die Digitalisierung als Umwandlungsprozess der Welt in Datenform, das heißt in zahlenförmige, binäre Elemente, haben Algorithmen keine Rechengrundlage. In der Umwandlung müssen aber notwendigerweise qualitative Informationen über die Welt gelöscht werden (Berry, 2014, S. 48). In diesem Sinne sind Daten immer Konstrukte, die nicht vorgefunden, sondern erzeugt werden. Sie stellen bestimmte Modelle dar, die nicht wertfrei gedacht werden können. Daten bilden die Wirklichkeit nicht ab, sondern erzeugen und präformieren Wirklichkeiten (Verständig & Stricker, 2022, S. 26; Jörissen & Unterberg, 2019, S. 16; Rheinberger, 2021, S. 29). Mit der Umwandlung in binäre Daten geht eine Komplexitätsreduktion einher, durch die Uneindeutigkeit ausgeschlossen wird. Die Transformation der Welt in Daten stellt daher eine Modellierung dar, die immer schon Entscheidungen darüber einschließt, was die Modelle beinhalten sollen (Allert et al., 2017, S. 13). Objektivität und Neutralität wird den Daten lediglich zugeschrieben.

Digitale Daten werden nicht in der Lebenswelt vorgefunden, sondern innerhalb sozialer Interaktionen mit und in digitalen Technologien methodisch erzeugt. Sie erlangen dabei ein eigenständiges Dasein, indem sie selbst das Material darstellen, mit dem digitale Technologien umgehen. In diesem Sinne sind sie nicht mehr auf ihre methodische Genese verwiesen, sondern entkoppeln sich von dieser und können durch Algorithmen automatisiert verarbeitet und verknüpft werden

(Nassehi, 2019, S. 82). Algorithmische Berechnungen verbleiben dabei nicht in virtuellen Räumen, sondern haben direkten Einfluss auf die menschliche Lebenswelt. Entscheidend ist dafür, dass jeder Umgang mit Digitaltechnik Spuren in Datenform hinterlässt (ebd., S. 122). Dadurch werden personenbezogene Daten zur Grundlage algorithmischer Berechnungen. So werden durch Algorithmen Profile von Individuen angelegt. Es handelt sich bei diesen Profilen einerseits um erfasstes Verhalten von Individuen und andererseits um Cluster von mehreren Personen, denen ähnliche Verhaltensweisen zugeschrieben werden (Schieren, 2016, S. 10; Stalder, 2017, S. 190 f.). Verhaltensweisen des Individuums werden nicht isoliert betrachtet, sondern in Zusammenhang mit ähnlichen Verhaltensweisen anderer Individuen gebracht. Dadurch werden auf Grundlage der vergangenen Entscheidungen Anderer Prognosen für die zukünftigen Verhaltensweisen von Anwender:innen erstellt (Cardon, 2017, S. 140). Mit diesen Prognosen werden Menschen in ihrem alltäglichen Leben, beispielsweise über Kaufempfehlungen, aber auch über Fragen der Kreditwürdigkeit (Hegemann, 2019) konfrontiert. Für die einzelnen Individuen bleibt dabei intransparent, aufgrund welcher Verhaltensweisen und Daten sie als gewisser Typ von Kund:in oder Kreditnehmer:in angesprochen werden (Scheffer, 2020, S. 119).

Neben den genannten Beispielen nehmen algorithmische Prognosen in Bezug auf die Filterung und Selektion von Wahrnehmungen in digitalen Räumen eine zentrale Rolle ein. In Online-Umgebungen lösen sie traditionelle Gatekeeper in ihrer tragenden Rolle ab und übernehmen die Funktion als „Informations-Gatekeeper des 21. Jahrhunderts“ (Mayrhofer, 2017, S. 78). Dabei findet die Selektion nicht weiter nach diskursspezifischen, sondern nach quantitativen und personalisierten Kriterien statt (Simanowski, 2018, S. 55). Neben der Selektion durch Relevanzmessung anhand der Anzahl von Verlinkungen (Cardon, 2017, S. 135 f.) findet die Selektion und Sortierung vor allem auf der Grundlage von personalisierten Prognosen statt, die, wie im Vorherigen aufgezeigt, auf vergangenem Verhalten und Clusterbildungen gründen. „Die Welt wird nicht mehr repräsentiert; sie wird für jeden User eigens generiert und anschließend präsentiert“ (Stalder, 2017, S. 189). Algorithmen sind somit nicht nur als Rechenvorschriften zu verstehen, sondern greifen in die menschliche Wirklichkeit ein, indem sie beispielsweise bestimmen, welche Bereiche von Online-Umgebungen Individuen wahrnehmen können (Unterberg & Jörissen, 2021, S. 33). Die Personalisierung der (Online-)Umwelt wird beispielsweise auf der Plattform TikTok durch die Benennung der Startseite als „ForYou“ beworben (s. www.tiktok.com). Evident ist dadurch, dass die Personalisierung von Umgebungen, und damit die passgenaue Selektion von Inhalten auf die angenommenen und errechneten Interessen von Individuen, augenscheinlich als wünschenswert wahrgenommen wird.

Aus bildungswissenschaftlicher Perspektive ist das Menschenbild, das algorithmischen Prognosen zugrunde liegt, von zentraler Bedeutung. Menschen werden in diesen auf ihre (Verhaltens-)Daten reduziert und damit in gewisser Weise digitalisiert. Dadurch werden sie als berechenbar charakterisiert, was dazu führt, dass aus vergangenem Verhalten das zukünftige Verhalten vorhergesagt werden kann (Allert & Richter, 2020, S. 17). Menschen werden durch Algorithmen auf ein Korrelat ihrer Daten reduziert. Dadurch sind „Simulationen des Menschen“ (Spengler, 2019, S. 93 f.) möglich, die einerseits von einer Berechenbarkeit menschlichen Verhaltens ausgehen und andererseits Ordnungen entwerfen, welche an diese berechneten individuellen ‚Menschenbilder‘ angepasst sind. Die Ordnungen können dabei als Regierungsweisen¹ angesehen werden, da sie darüber entscheiden, was gesehen und gewusst sowie wie gehandelt werden soll. Sie determinieren nicht, legen aber bestimmte Sicht- und Handlungsweisen nahe und prägen das menschliche Zur-Welt-Sein. Daher sind sie als „Führen der Führungen“ (Foucault, 1994, S. 255) zu verstehen und sind als Regierungsweisen an der Subjektkonstitution, die nachfolgend betrachtet wird, maßgeblich beteiligt.

5.3 Der Mensch als User:in

Digitale Technologien sind in ihrer Zwischenstellung als Medientechnologien an der Konstruktion von Wahrnehmungsweisen und Wirklichkeiten beteiligt. „Sie [...] (re-)form(-ul)ieren jeweils Selbst- und Weltverhältnisse, innerhalb derer sich Subjekte formen und geformt werden“ (Spengler, 2019, S. 88). Wenn, wie oben aufgezeigt, auch digitale Technologien performativ auf die Lebenswelt wirken, können Verhältnisse zwischen Menschen und der Welt nicht losgelöst von diesen betrachtet werden. Da Subjekte nicht außerhalb dieser Relationen stehen, sondern in und durch diese erst konstituiert werden, sollten in Bezug auf Anrufungsprozesse² auch nichtmenschliche Akteure nicht ausgeschlossen werden. Es stellt sich dann die Frage, auf welche Weise Menschen sich in diesen Ordnungen selbst verstehen und zur Welt verhalten. Damit werden Anrufungsprozesse durch digitale Technologien als Techniken der Subjektivierung relevant.

¹Regierungsweisen stellen dabei Strategien und Techniken zur Führung von Menschen dar. „Regieren heißt in diesem Sinne, das Feld eventuellen Handelns der anderen zu strukturieren“ (Foucault, 1994, S. 255).

²Zur Bedeutung von Anrufungsprozessen für die Subjektkonstitution sei an dieser Stelle auf Althussers Konzeption der Anrufung verwiesen (s. Althusser, 1977, insbesondere S. 140–145).

Digitale Technologien basieren auf binären Codestrukturen, die sich von der Alltagssprache grundlegend unterscheiden. Aufgrund dieser Struktur ist der Code nur Expert:innen zugänglich. Einer breiteren Masse wird der Umgang über Interfaces als Schnittstelle ermöglicht. Der Umgang mit den Technologien setzt kein Verständnis der Funktionsweise voraus (Spengler, 2019, S. 92). Im Gegensatz zur Schriftlichkeit, in der Lesen als Kulturtechnik ein Verständnis des (kulturellen) Codes voraussetzt, können Menschen in Digitalität im übertragenen Sinne Lesende sein, ohne den Schriftcode zu verstehen. Interfaces simulieren eine benutzerfreundliche Umgebung, welche die dahinterliegenden komplexen Rechengänge verdeckt (Unterberg, 2023, S. 38). Menschen werden in diesem Sinne vor das Interface gestellt, interagieren mit einem Frontend, das den Blick auf das Dahinterliegende verstellt und unnötig erscheinen lässt. Funktionsweisen und technische Bedingungen sind für Anwender:innen in der Nutzung nicht von Interesse (Spengler, 2019, S. 94). Für Programmierer:innen, Plattformbetreiber:innen und Designer:innen steht das Verständnis durch Anwender:innen ebenso wenig im Vordergrund. Vielmehr sollen Anwendungen durch Interfaces möglichst intuitiv gestaltet werden, um die Nutzung zu erleichtern. Unter dem Stichwort der Usability findet dies seinen Niederschlag. So ist die deutsche Übersetzung dieses Begriffs als Gebrauchstauglichkeit definiert als „Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (DIN e. V., 2021, S. 147).

Für das Kriterium der Gebrauchstauglichkeit müssen die Ziele, die mit der jeweiligen Anwendung angestrebt werden können, bereits bestimmt werden. Diese Ziele sollen dabei möglichst effizient, das heißt ressourcensparend erreicht werden. Unter Ressourcen können hierbei sowohl zeitlicher Aufwand, Anzahl der Klicks, aber auch kognitive Anstrengungen verstanden werden. Unter dem Aspekt der Usability rückt eine möglichst intuitive Nutzung in den Vordergrund, die Störungen und Unterbrechungen weitestgehend zu verhindern sucht, wodurch Reflexions- und Verständnisnotwendigkeiten möglichst gering gehalten werden. In diesem Sinne formuliert der Usability-Berater Steve Krug den ersten Grundsatz der Usability als „[d]on't make me think“ (Krug, 2014, S. 11).

Da digitale Technologien auf binären Codestrukturen basieren, stellt Eindeutigkeit ein Grundmerkmal dar. Algorithmen müssen Situationen daher immer als eindeutige bestimmen und folgen einer „Utopie der Regel“ (Allert & Richter, 2020, S. 23). Sie unterstellen eine Regelmäßigkeit der Nutzung und gehen von einer ‚richtigen‘ Nutzungsweise aus. Alternative Nutzungsweisen werden ausgeklammert (ebd., S. 20). Menschen werden in einer durch Digitalität geprägten Welt in zweifacher Weise als User:innen angerufen. Einerseits ist Anwendungen

ein ‚richtiger‘ Gebrauch einprogrammiert, der durch intuitive Interfaces visualisiert wird. Alternative Nutzungsweisen sind möglich, werden aber durch die programmierte Umgebung der Interfaces unwahrscheinlich. Zudem gehen Algorithmen andererseits von Eindeutigkeiten und regelhaftem Verhalten aus. Dabei kommen erneut Ordnungen der Digitalität in den Blick, durch die Menschen auf ihre Daten reduziert und so zu „Datensubjekten“ (Spengler, 2019, S. 95) werden. Menschen werden dann durch vorheriges erfasstes Nutzungsverhalten als User:innen angerufen. Die angenommene Berechenbarkeit des Menschen führt zu Prognosen, mit denen Menschen als User:innen konfrontiert werden.

Die Anrufung als User:in ist aus bildungswissenschaftlicher Perspektive problematisch, da Menschen, wenn sie diese Anrufung annehmen, ein Selbstverständnis als User:in ausbilden. Dabei entsteht der Glaube an eine Nutzung der Technologie für selbstgewählte Zwecke. Verborgен bleibt, dass Zwecke und richtige Handlungsweisen bereits einprogrammiert werden und durch die Annahme von Regelmäßigkeiten und Berechenbarkeiten zur Unterwerfung des:r User:in unter Ordnungen der Digitalität führen. User:innen stehen demnach auf zwei Seiten: In ihrem Selbstverständnis verstehen sie sich als autonome Benutzer:innen von digitalen Werkzeugen, während sie auf der anderen Seite den Ordnungen digitaler Technologien unterworfen sind und im Sinne Foucaults regiert werden. Die Anrufungsszene bleibt also im Verborgenen. Die Annahme der Anrufung als User:in führt damit zur Unterwerfung unter das im Vorherigen bereits als problematisch herausgestellte Menschenbild des berechenbaren Menschen.

5.4 Die Bruchhaftigkeit der Erfahrung als Ausgangspunkt von Bildung

Dieses Menschenbild der User:in steht konträr zu pädagogischen Anthropologien, die den Menschen eben in seiner Unbestimmtheit fassen und damit nicht auf bestimmte Wesenseigenschaften festlegen, wodurch die freie Entfaltung und Bildsamkeit des Menschen erst zur Möglichkeit avanciert (Zirfas, 2021, S. 175–180). Darüber hinaus wird die Unvorhersagbarkeit menschlichen Handelns ausgeklammert (Allert & Richter, 2020, S. 17). Damit aber ist jede Form der Bildung bereits ausgeschlossen, insofern Bildung als „Transformation des Welt- und Selbstverhältnisses“ (Koller, 2018, S. 16) gedacht wird. Aus der angenommenen Berechenbarkeit des Menschen heraus führt die Personalisierung von Umgebungen zudem zu der augenscheinlich wünschenswerten, auf individuelle Interessen und Weltbilder zugeschnittenen Selektion von Informationen und Inhalten. Durch das Ausblenden von Widersprüchlichem und Fremdem werden Irritationen und Stö-

rungen minimiert, die aber wiederum den Ausgangspunkt für Bildungsprozesse im obigen Sinne bilden. Aus bildungstheoretischer Perspektive gilt es also, die Anrufung als User:in partiell zu durchbrechen und Räume für Bildung offen zu halten. Aus pädagogisch-didaktischer Perspektive wäre folglich danach zu fragen, wie es gelingen kann, dass Ordnungen der Digitalität (im Unterricht oder andersorts) sichtbar gemacht und hinterfragbar werden.

Hier ist es fruchtbar, den Blick auf den Erfahrungsbegriff zu lenken (hierzu s. auch Kasch & Dreßler, 2023), den Käte Meyer-Drawe aus gutem Grund in das Zentrum eines pädagogischen Diskurses über das Lernen gestellt hat (Meyer-Drawe, 2012, S. 15). Es ist die Bruchhaftigkeit der Erfahrung, die uns aus etablierten und eingefahrenen Sichtweisen herausfordert, die uns einerseits nachdenklich macht, andererseits aber auch in unserer Leiblichkeit (be-)trifft. Ein auf die Eröffnung von Räumen für Erfahrung ausgerichteter Unterricht kann also genau das ermöglichen, was die oben beschriebene bildungstheoretische Sicht verlangt: Ein Infragestellen gegebener Ordnungen und Muster in der Digitalität. Für die weitere Betrachtung und deren schulpädagogische Implikationen ist es daher erforderlich, den Blick etwas genauer auf Erfahrungen und ein als Erfahrung verstandenes Lernen zu richten.

In seiner Studie der „Bruchlinien der Erfahrung“ (Waldenfels, 2002) verdeutlicht Bernhard Waldenfels treffend, dass die Erfahrung „nicht aus einem Guß sei“, sondern „der Ort, an dem es zu springen gilt“ (S. 9). Die Erfahrung erweise sich somit als „brüchige Erfahrung; sie ist gebrochen wie eine Linie, die einen Knick macht, wie eine Welle, die sich am Felsen bricht, wie ein Lichtstrahl, der sich in einem fremden Medium spiegelt, [...]“ (ebd.) und weiter: „Eine derartige Erfahrung ist von Bruchlinien durchzogen, an denen Bewegungen an- oder abbrechen und Neues aufbricht, sie weist Breschen auf, wo Einbrüche, Ausbrüche und Durchbrüche stattfinden, sie gerät in ein Gelände, wo der Boden nachgibt und einbricht“ (ebd.). Alle diese Facetten der Erfahrung deuten auf eine leibliche Verwicklung des Menschen hin, der Unkenntnis aushalten, Ängste überwinden, sich etwas Neues trauen muss. Eine Erfahrung fordert uns aus der Bequemlichkeit heraus, in der wir es uns womöglich eingerichtet haben. Sie ist im wahrsten Sinne des Wortes Herausforderung und Zumutung zugleich. Nur wenn wir uns herausfordern lassen, wenn wir den Mut zur Antwort fassen und uns auf den Weg machen, wird eine Erfahrung möglich. Ein solcherart verstandenes Lernen ist demnach nicht lediglich ein Auswendiglernen von Informationen, die in Klausuren wiedergeben werden. Es weist eine existenzielle Dimension auf, die zur Bildung unerlässlich scheint.

Günther Buck charakterisiert das Lernen als Erfahrung somit treffend als Umlernen, im Unterschied zum reinen Dazulernen (Buck, 1989, S. 16). Die Betonung des Umlernens als essenziellen Wesenszug der Erfahrung verweist auf zwei- oder drei Aspekte, die viele Ansätze zur Bestimmung des Verhältnisses zwischen Ler-

nen und Erfahrung einen. Zunächst wird dadurch die Bedeutung der Beziehung zwischen Bewusstsein und Sache deutlich. Erfahrung findet nicht allein durch das Bewusstsein statt, die „Dinge selber sind es, die sich uns kundtun und uns über sie belehren“ (ebd., S. 13). Das Umlernen ist Folge eines äußeren Einflusses und betrifft das Verständnis von der Sache selbst und die „Verständigkeit, mit der ich bei den Dingen bin“ (ebd., S. 14), also die Beziehung der Erfahrenden zur Sache.

Diesen Umstand betont schon Dewey, auf den sich auch Buck in seinen Untersuchungen bezieht:

„The nature of experience can be understood only by noting that it includes an active and a passive element peculiarly combined. On the active hand, experience is trying – a meaning which is made explicit in the connected term experiment. On the passive, it is undergoing. When we experience something we act upon it, we do something with it; then we suffer or undergo the consequences.“ (Dewey, 2008, S. 124)

Der hier enthaltene und vielfach geteilte Hinweis auf die aktive und passive Komponente der Erfahrung (z. B. Seel, 1997, S. 82 f.; Kleimann, 2002, S. 27) ist von fundamentaler Bedeutung für die besondere Struktur eines auf Lernen als Erfahrung abzielenden Unterrichts (auch mit digitalen Medien). Diese kann man in Anlehnung an Evi Agostinis Studie als Dreischritt aus „Aisthesis – Pathos – Ethos“ (Agostini, 2020) auffassen. Die ästhetische Dimension (Aisthesis) der Erfahrung entfaltet sich überall dort, wo ein zweckfreier und kreativer Umgang mit den Dingen, wie er sich beispielsweise im Spielen zeigt, Einzug in den Unterricht hält. Hierdurch eröffnet sich der Möglichkeitsraum für das Überraschende, Unwahrscheinliche oder gar eigentlich Unmögliche. Werden die Spielenden durch das, was sich in der Folge ihres Handelns ereignet, irritiert (Pathos), so gilt es, eine Haltung einzunehmen, welche diese Irritationen zulässt (Ethos) (Agostini, 2020, S. 37 f.), und darüber hinaus, auftretende Brüche der Erfahrung aufzugreifen und für den Unterricht virulent zu machen. Hier ist eben jenes Zusammenspiel zwischen aktiver und passiver Komponente der Erfahrung zu beobachten: Der aktive Teil beschreibt die Tätigkeit, die das Bewusstsein in der Erfahrung verrichtet, den spielerischen Umgang mit dem Medium. Im passiven Teil beeinflusst die Sache das Bewusstsein, das Spiel führt zu Unerwartetem, zu Irritationen, eben zu Brüchen. Das bedeutet aber natürlich auch, dass Erfahrung und damit Lernen und Bildung nicht nur von ‚User:innen‘ abhängig sind, sondern eben auch von der Sache. Erfahrung kann nicht ohne Sache gemacht werden, erfahren heißt immer etwas erfahren. Oder, Bucks Verständnis folgend in den Worten Meyer-Drawes: „Lernen bedeutet aber stets das Lernen von etwas durch jemanden, bzw. durch etwas“ (Meyer-Drawe, 2012, S. 187; Hervorh. im Orig.).

Das Verhältnis zwischen Sache und Bewusstsein in der Erfahrung, genauer der von der Sache geleitete Rückbezug des Bewusstseins auf sich selbst in der Erfahrung, verweist wiederum auf den zweiten entscheidenden Punkt, auf den der Begriff Umlernen hinführt: die Negativität von Erfahrung. Damit ist das nach Buck eigentlich belehrende Moment der Erfahrung gemeint, das „Lehrgeld“ (Buck, 1989, S. 15) bezahlen, also die Enttäuschung von Erwartungen. Mit Buck ist Erfahrung „nur insofern belehrend, als Antizipationen und negative Instanz korrelative Momente einer einheitlichen Struktur sind, in der eines das andere voraussetzt“ (ebd.). Irritierende Momente, in denen unsere Antizipationen von der Sache infrage gestellt werden, sind diejenigen, in denen wir Erfahrungen machen, in denen wir etwas über die Sache und uns selbst lernen. In diesen Widerfahrnissen, im Pathos, findet sich der hier vorgeschlagene Ansatzpunkt für einen bildenden Umgang mit digitalen Medien im Unterricht: Solche Bruchstellen gilt es nicht unbeachtet vorübergehen zu lassen, sondern ins Zentrum der unterrichtlichen Aufmerksamkeit zu stellen.

An dieser Stelle wird deutlich, wie problematisch die oben beschriebene Anrufung als User:in für als Erfahrung verstandenes Lernen ist. Die auf Eindeutigkeiten basierende, möglichst ‚nutzerfreundliche‘ Gestaltung digitaler Medien wirkt dem auf zweierlei Art entgegen: Sie schränkt Gelegenheiten für einen freien und spielerischen Umgang ein und macht zudem ganz generell Momente der Irritation, des Ausbrechens aus vorhandenen Denk- und Handlungsmustern sozusagen by design deutlich weniger wahrscheinlich. In einer Kultur der Digitalität, in der das eigene Denken durch algorithmische Ordnungen geprägt und vorstrukturiert ist, ist es folglich so unabdingbar wie herausfordernd, diese Vorstrukturierung sichtbar, fraglich und ästhetischen Praktiken zugänglich zu machen. Denn die vorangegangenen Ausführungen zeigen, dass solche Praktiken Räume für bildende Brüche eröffnen und aus digitalen Medien – statt Werkzeugen zur reinen Wissensvermittlung – Ausgangspunkte für Erfahrungen machen können.

5.5 Spielen als ästhetische Praktik

Ebendiese ästhetischen Praktiken können am Beispiel des Spielens genauer betrachtet werden.

Ein spielender Weltzugang, so die These, stellt eine Möglichkeit dar, Überraschungen zu ermöglichen, Kontingenz anzuregen und dadurch den Raum für Bruchstellen der Erfahrung zu eröffnen. Ästhetische Praktiken erweisen sich somit als Grundlagen für den „fruchtbaren Moment“ (Copei, 1930/2019, S. 61) des Unterrichts. Um das Spielen als eine ästhetische Praktik zu verstehen, gilt es

zunächst zu klären, welche bestimmte Form des Spielens besondere Aufmerksamkeit verdient.

In digitalen und didaktischen Diskursen wird das Spielen oftmals im Kontext von Konzepten der Gamification verstanden. Der Grund für den Einsatz von Elementen der Gamification liegt dabei in der Förderung von Motivation, durch die eine Steigerung der Effektivität erfolgen soll, wodurch sie eine Optimierung der jeweiligen Praktiken anstreben (Weiß, 2014, S. 35). Spielen wird in diesen Konzepten funktionalisiert, wodurch es seinen ästhetischen Charakter verliert bzw. nicht als ästhetische Praktik angesehen werden kann.

Im Gegensatz dazu ist das Spielen für Huizinga durch Zweckfreiheit gekennzeichnet und dadurch vom „gewöhnlichen Leben“ (Huizinga, 2007, S. 6) unterschieden.

„Spiel ist eine freiwillige Handlung oder Beschäftigung, die innerhalb gewisser festgesetzter Grenzen von Zeit und Raum nach freiwillig angenommenen, aber unbedingten bindenden Regeln verrichtet wird, ihr Ziel in sich selber hat und begleitet wird von einem Gefühl der Spannung und Freude und einem Bewußtsein des ‚Andersseins‘ als das ‚gewöhnliche Leben‘.“ (ebd., S. 45 f.)

Huizingas Spielbegriff verleiht dem Spielen eine Freiheit, die lediglich innerhalb des Spiels existiert und durch die das Spielen sich vom gewöhnlichen Leben unterscheidet, indem es sein Ziel in sich selbst trägt und nicht auf äußere Zwecke und Notwendigkeiten gerichtet ist. Es soll keinem Nutzen dienen, ist nicht an materielles Interesse geknüpft (ebd., S. 21 f.) und dadurch „überflüssig“ (Huizinga, 2007, S. 12), da es keine Notwendigkeit darstellt. Die Interessellosigkeit gegenüber der außerhalb des Spiels liegenden sozialen Wirklichkeit zeigt den ästhetischen Charakter des Spiels auf.³ Interessellosigkeit ist hierbei nicht mit radikalem Ausschluss der Wirklichkeit gleichzusetzen. Spielen bezieht sich auf Wirklichkeit, allerdings in einer besonderen Art und Weise, in der diese zugleich überschritten wird. Die Wirklichkeit wird selbst zum Gegenstand des Spielens, wodurch sie verfügbar wird und zur Disposition steht. Die unbedingten Geltungsansprüche der sozialen Wirklichkeit werden fraglich, indem Spielen Mög-

³Für Kant ist ein „uninteressiertes und freies Wohlgefallen“ (Kant, 1790/2011, A 16) die Bedingung für die Wahrnehmung des Schönen. Um einen Gegenstand als schön zu beurteilen, bedarf es der Interessellosigkeit. „Geschmack ist das Beurteilungsvermögen eines Gegenstandes oder einer Vorstellungsart durch ein Wohlgefallen, oder Mißfallen, ohne alles Interesse. Der Gegenstand eines solchen Wohlgefallens heißt schön.“ (ebd., A. 17).

lichkeitsräume eröffnet, die alternative Handlungs- und Denkweisen zulassen. Scheinbar notwendige Selbstverständlichkeiten, Ordnungslogiken und Selbstverhältnisse werden in ihrer Kontingenz erfahrbar (Schäfer & Thompson, 2014, S. 15 f.). Wenn Huizinga das Spielen als Handlungen beschreibt, die als „nicht so gemeint“ (Huizinga, 2007, S. 21 f.) empfunden werden, bleibt hierbei eine Uneindeutigkeit in Bezug darauf, wie sie denn gemeint sind (Weiß, 2014, S. 37). Die Eindeutigkeit von Handlungsweisen, über die eine Anrufung als User:in stattfindet, wird im Spielen ausgesetzt und überschritten. Im Spielen findet sich ein „Möglichkeitssinn“ (Dörpinghaus & Uphoff, 2012, S. 137), der die sogenannte Wirklichkeit nicht ausblendet, sondern sich kritisch-reflexiv auf diese bezieht (Dörpinghaus, 2009, S. 40). Im zeitlich und räumlich begrenzten Spielraum stellen die so spielerisch erfundenen Möglichkeiten die (Spiel-)Wirklichkeit dar. In diesem Sinn ist es zu verstehen, dass Ordnungen sowie die daraus resultierenden Selbst- und Weltverhältnisse verfügbar werden und zur Disposition stehen. Im Spielen eröffnet sich ein Raum, in dem es möglich ist, „im Wirklichen das Mögliche zu sehen, und diesem Möglichen eine Wirklichkeit zu geben“ (Dörpinghaus & Uphoff, 2012, S. 138). Vorherrschende Ordnungen bleiben als Bezugspunkt des Spielens relevant, werden aber ihrer unbedingten Gültigkeit entledigt. Spielende stehen auch im Spielen nicht außerhalb von Ordnungen, treten aber in Distanz und spielen mit diesen. Vermeintliche Normalität, Regeln und soziale Konventionen werden problematisiert.

„Im Spiel werden nicht nur die gesellschaftliche Wirklichkeit und deren Standards überschritten; das Wirkliche wird auch in der Wirklichkeit des Spiels zum Problem. Und dies liegt nicht zuletzt daran, dass im Spiel die gängigen Maßstäbe für das, was als wahr und richtig gelten soll, zwar aufgerufen und gleichzeitig doch zur Disposition gestellt werden“ (Schäfer & Thompson, 2014, S. 15).

Der Möglichkeitssinn im Spielen eröffnet dahingehend Welt- und Selbstentwürfe, die nicht dieser Normalität, nicht diesen Ordnungen entsprechen müssen. Jenseits dieser Ordnungen entsteht ein Raum des Ausprobierens und Experimentierens (Klager, 2016, S. 75 f.), der im Bewusstsein des Spielens nicht an das Erreichen von Zwecken gebunden und daher nicht an Bedingungen des Gelingens geknüpft ist. „Der (Spiel-)Raum, welcher eröffnet wird, ist im Ästhetischen wie im Spiel ein handlungsentlasteter Raum, d. h. die Handlungen müssen nicht gelingen und einen Zweck erfüllen [...]“ (Weiß, 2014, S. 51). Dies ermöglicht Handlungsweisen, die den üblichen Logiken und Zwecksetzungen, aber auch Selbstverhältnissen widersprechen. In diesem Sinne eröffnet das Spielen einen Raum alternativer Handlungs- und Umgangsweisen.

Das Spielen gewinnt seine Relevanz für bildungstheoretische Diskurse aus diesem Möglichkeitsraum des Perspektivwechsels und den damit einhergehenden

alternativen Handlungsweisen. Im spielerischen Zugang zur Welt, in dem sowohl die Wirklichkeit als auch das Selbst aufs Spiel gesetzt werden, können Menschen Erfahrungen machen, die nicht im Spielraum verbleiben. Vielmehr entstehen durch diese Erfahrungen Krisen, die mit bisherigen Selbstverhältnissen und Ordnungen nicht bewältigt werden können (Moser & Strätling, 2016, S. 24). Das Spielen ist weder mit Bildungsprozessen gleichzusetzen noch führt es notwendig zu diesen. Es eröffnet aber Räume, in denen Wirklichkeit problematisch werden kann, wodurch bisherige Ordnungen und Selbst-Weltverhältnisse fraglich werden. Dieses Fraglichwerden bedarf kritisch-reflexiver Antworten.

5.6 Pädagogische Konsequenzen

Um die Folgen dieser Betrachtung für die unterrichtliche Praxis zu verdeutlichen, sei an dieser Stelle nochmals auf die besondere Struktur aus Aisthesis, Pathos und Ethos verwiesen, die einen auf Lernen als Erfahrung abzielenden Unterricht kennzeichnet (Agostini, 2020). Deren Zusammenspiel lässt sich beispielsweise anhand des Umgangs mit digitalen Simulationen im Unterricht verdeutlichen. Computergestützte Simulationen bieten als Experimente mit Modellen (Greefrath & Weigand, 2012) aufgrund der vielen Möglichkeiten, mit ihnen zu interagieren (zu experimentieren) zahlreiche Gelegenheiten für eine spielerische Auseinandersetzung. Dies bezieht sich nicht nur auf die fachlichen Inhalte, die der jeweiligen Simulation zugrunde liegen. Schon im kennenlernenenden Spielen mit Variablen, Schieberegler, Figuren oder anderen Objekten innerhalb der Simulation können – noch vor der Einbeziehung von inhaltlichem Kontext oder Aufgabenstellung und damit frei von äußeren Zwecksetzungen – überraschende Ereignisse auftreten. Ob diese nun bedingt sind durch eine Programmierung, die nur für bestimmte Parameter ‚sinnvolle‘ Ergebnisse erzielt, durch tatsächliche Fehlvorstellungen oder die bewusste ‚Sprengung‘ des von der Simulation vorgesehenen Rahmens – solchen Momenten wohnt Bildungspotenzial inne. Denn in jedem Fall werden Erwartungen enttäuscht und Grundannahmen infrage gestellt, sobald sie Gegenstand der Wahrnehmung werden (Aisthesis). Dort, wo die Grenzen der Simulation so weit ausgereizt werden, dass das Simulierte in der realen Welt gar nicht mehr zu denken wäre, entstehen Irritationen, zeigen sich Brüche (Pathos). Dort gilt es, das Ziel eines bildenden Umgangs mit digitalen Medien im Unterricht im Blick behaltend, aufzumerken und solche Momente nicht einfach verstreichen zu lassen oder gar aktiv zu bremsen. In solchen Brüchen zeigen sich die Voraussetzungen der Simulation. Eine Simulation (bzw. digitale Medien im Allgemeinen) ist nicht genau wie die physische Realität (Kasch & Dreßler, 2023). Sie ahmt lediglich

bestimmte Aspekte unter bestimmten Voraussetzungen nach. In der Konsequenz können mittels der Simulation gewonnene Erkenntnisse aber auch nicht zwangsläufig und ohne Weiteres auf die physische Realität übertragen werden. Digitalen Medien liegen immer Vereinfachungen und Mathematisierungen zugrunde, die Grenzen der Übertragbarkeit und Anwendbarkeit und die Voraussetzungen, unter denen digitale Medien entstehen und funktionieren, werden in solchen Brüchen deutlich. Ein ästhetisches Spiel mit der Simulation, welches Grenzen austestet, hat das Zeug dazu, den Möglichkeitsraum für Pathos zu eröffnen.

An dieser Stelle wird deutlich, dass der Lehrperson eine wichtige Rolle bei der Entfaltung eines in obigem Sinne bildenden Unterrichts zukommt. Sie muss Situationen zulassen, in denen Brüche entstehen können, daraufhin auftretende Irritationen wahrnehmen, deren bildendes Potenzial erkennen und zum Gegenstand des Unterrichts werden lassen. Das erfordert eine von grundlegender Offenheit getragene, responsive Haltung (Dreßler, 2020), die in ihrem Kern auf einer geschulten Aufmerksamkeit und pädagogischen Wahrnehmung fußt. Hartmut Rosa sieht die Aufgabe der Lehrperson in diesem Sinne darin, „feinfühlig auf die Bedürfnisse, Stimmungen und Interessen der Schüler zu reagieren“ (Rosa, 2016, S. 415 f.). Jens Beljan betont die Bedeutung von pädagogischem Takt und Ton im unterrichtlichen Handeln von Lehrpersonen (Beljan, 2017, S. 206 ff.). Evi Agostini spricht von pädagogischer Achtsamkeit und hebt die Bedeutung von Zuwendung hervor (Agostini, 2020).

Es wäre Aufgabe einer umfassenden und bildungsorientierten Lehrpersonenbildung, die Formung eines solchermaßen beschriebenen pädagogischen Ethos zu fördern. Ein Ansatz, der sich diesem Anspruch stellt, ist die Integration von Vignetten und Vignetten-Lektüren in die Ausbildung angehender Lehrpersonen. Mit ‚Vignetten‘ sind hier kurze, prägnante Nacherzählungen gelebter Erfahrungen gemeint, sie bilden „Klangkörper des Lernens“ (Schratz et al., 2012, S. 31 ff.). Die Lektüre solcher Vignetten kann selbst Irritationen auslösen, die Lesenden affizieren, mit ihnen in Resonanz treten (Baur & Schratz, 2015, S. 169). Anhand solcher Vignetten ist es möglich, die Wahrnehmung und Aufmerksamkeit (angehender) Lehrpersonen zu schulen (Peterlini et al., 2020) und eine für Irritationen und Brüche offene Grundhaltung zu etablieren (Agostini, 2020). Dies beschränkt sich nicht nur auf den Umgang mit digitalen Medien, ist aber hier – wie aus den vorangegangenen Betrachtungen hervorgeht – besonders bedeutsam und vielversprechend. Anhand von Vignetten lassen sich spielerische Momente, beispielsweise im Umgang mit Simulationen, nachempfinden und die gemachten Erfahrungen veranschaulichen.

5.7 Fazit

Es zeigt sich somit, dass der bislang in Kontexten digitaler Bildung wenig beachteten Ästhetik eine zentrale Rolle in der Erfüllung eines umfassenden Bildungsanspruches im Angesicht der Digitalisierung zukommen kann. Ein pädagogischer Begriff vom Lernen, der das Lernen im Sinne Meyer-Drawes als Erfahrung begreift (Meyer-Drawe, 2012, S. 15), verdeutlicht, dass dieser Bildungsanspruch nicht über einen Unterricht geklärt werden kann, der rein darauf fokussiert ist, digitale Medien zur Anwendung zu bringen und den Menschen als ‚User:in‘ anzusprechen, wodurch ungeplante Irritationen und Bruchstellen minimiert werden, an die Erfahrung anknüpfen kann. Es ist die Erfahrung, die in eine grundlegende Reflexion des Menschen über den eigenen Standpunkt und somit sein Selbst- und Weltverhältnis münden kann. Bildung als Weg in die Reflexion nistet sich ein, wo herkömmliche Erklärungsmuster aufgespalten werden (Rheinberger, 2021, S. 11), geglaubte Sicherheiten unsicher werden, Wissen sich als nicht mehr hinreichend offenbart. Am Beispiel des Spielens konnte aufgezeigt werden, dass gerade ungeplante ästhetische Praktiken das Potenzial haben, die hierfür erforderlichen Bruchstellen zu erzeugen, die dann im Unterricht aufgegriffen werden müssen. Der im Titel benannte ästhetische Moment wird somit zum Ausgangspunkt der Bildung im Angesicht einer Kultur der Digitalität. Die durch die ästhetische Praxis des Spielens erzeugten Bruchstellen müssen in ihrer Bedeutung für Bildungsprozesse erkannt und für den Unterricht fruchtbar gemacht werden. Hierfür bedarf es einer entsprechenden Grundhaltung der Lehrperson, eines pädagogischen Ethos. Diese zu schulen, stellt eine zentrale Herausforderung für Lehrpersonenbildung in einer Kultur der Digitalität dar.

Literatur

- Ackermann, J., & Egger, B. (2021). Postdigitale Kulturelle Bildung: Zur Einführung. In J. Ackermann & B. Egger (Hrsg.), *Transdisziplinäre Begegnungen zwischen postdigitaler Kunst und Kultureller Bildung: Perspektiven aus Wissenschaft, Kunst und Vermittlung* (S. 1–14). Springer VS.
- Agostini, E. (2020). *Aisthesis. Pathos. Ethos. Zur Heranbildung einer pädagogischen Achtsamkeit und Zuwendung im professionellen Lehrer/-innenhandeln*. Studienverlag.
- Allert, H., Asmussen, M., & Richter, C. (2017). Digitalität und Selbst: Einleitung. In H. Allert, M. Asmussen, & C. Richter (Hrsg.), *Pädagogik. Digitalität und Selbst: Interdisziplinäre Perspektiven auf Subjektivierungs- und Bildungsprozesse* (S. 9–23). transcript.

- Allert, H., & Richter, C. (2020). Learning Analytics: Subversive, regulierende und transaktionale Praktiken. In S. Iske, J. Fromme, D. Verständig, & K. Wilde (Hrsg.), *Big Data, Datafizierung und digitale Artefakte* (S. 15–35). Springer.
- Althusser, L. (1977). *Ideologie und ideologische Staatsapparate: Aufsätze zur marxistischen Theorie*. VSA.
- Baur, S., & Schratz, M. (2015). Phänomenologisch orientierte Vignettenforschung. Eine lernseitige Annäherung an Unterrichtsgeschehen. In M. Brinkmann, R. Kubac, & S. S. Rödel (Hrsg.), *Pädagogische Erfahrung. Theoretische und empirische Perspektiven*. Springer VS.
- Beljan, J. (2017). *Schule als Resonanzraum und Entfremdungszone. Eine neue Perspektive auf Bildung* (2. Aufl.). Juventa.
- Berry, D. M. (2014). Die Computerwende – Gedanken zu den Digital Humanities. In R. Reichert (Hrsg.), *Digitale Gesellschaft. Big data: Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie* (S. 47–64). transcript.
- Buck, G. (1989). *Lernen und Erfahrung – Epagogik. Zum Begriff der didaktischen Induktion* (3. Aufl.). WBG.
- Cardon, D. (2017). Den Algorithmus dekonstruieren: Vier Typen digitaler Informationsberechnung. In R. Seyfert, & J. Roberge (Hrsg.), *Algorithmenkulturen: Über die rechnerische Konstruktion der Wirklichkeit* (S. 131–150). transcript.
- Copei, F. (1930/2019). Der fruchtbare Moment im Bildungsprozess (Auszüge) (1930). In M. Brinkmann (Hrsg.), *Phänomenologische Erziehungswissenschaft von ihren Anfängen bis heute. Eine Anthologie* (S. 61–81). Springer VS.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Stein, C., & Rivest, R. L. (2017). *Algorithmen – eine Einführung* (4., durchgesehene und korrigierte Aufl.). Oldenbourg.
- Dewey, J. (2008). *Democracy and education*. Wilder Publications.
- DIN e. V. (2021). Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte. (ISO 9241–11:2018) In DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.), *DIN-VDE-Taschenbuch: 354/1. Gebrauchstauglichkeit von Software* (2. Aufl., Stand der abgedruckten Normen: September 2020, S. 139–180). Beuth.
- Dörpinghaus, A. (2009). Sorge um Bildung – vom lebenslangen Sterben. In N. Ricken, H. Röhr, J. Ruhloff, & K. Schaller (Hrsg.), *Umlernen: Festschrift für Käte Meyer-Drawe* (S. 35–46). Fink.
- Dörpinghaus, A. (2020). Mich bilden. Pädagogische Korrespondenz. *Zeitschrift für kritische Zeitdiagnostik in Pädagogik und Gesellschaft*, 33(61), 73–87.
- Dörpinghaus, A., & Uphoff, I. K. (2012). *Die Abschaffung der Zeit: Wie man Bildung erfolgreich verhindert*. WBG.
- Dreßler, J. (2020). Klugheit und Sorge – Prolegomena zu einer responsiven Theorie des Lehrens. In C. Dietrich, N. Uhlendorf, F. Beiler, & O. Sanders (Hrsg.), *Anthropologien der Sorge im Pädagogischen* (S. 190–201). Juventa.
- Floridi, L. (2018). Die Mangroven-Gesellschaft: Die Infosphäre mit künstlichen Akteuren teilen. In P. Otto, & E. Gräf (Hrsg.), *3THICS: Die Ethik der digitalen Zeit (Sonderausgabe für die Bundeszentrale für Politische Bildung* (S. 18–28). Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Foucault, M. (1994). Das Subjekt und die Macht. In H. L. Dreyfus, & P. Rabinow (Hrsg.), *Michel Foucault: Jenseits von Strukturalismus und Hermeneutik* (2. Aufl., S. 241–261). Athenäum.

- Foucault, M. (2015). *Die Ordnung der Dinge: Eine Archäologie der Humanwissenschaften* (23. Aufl.). Suhrkamp.
- Greefrath, G., & Weigand, H.-G. (2012). Simulieren: Mit Modellen experimentieren. *Mathematik lernen*, 174, 2–6.
- Hegemann, L. (2019). Weiblich, Ehefrau, kreditunwürdig? *Zeit online*. <https://www.zeit.de/digital/datenschutz/2019-11/apple-card-kreditvergabe-diskriminierung-frauen-algorithmen-goldman-sachs>. Zugegriffen: 28. Okt 2023.
- Huizinga, J. (2007). *Homo Ludens: Versuch einer Bestimmung des Spielelementes der Kultur* (3. Aufl.). Pantheon.
- Jörissen, B., & Unterberg, L. (2019). DiKuBi-Meta [TP1]: Digitalität und Kulturelle Bildung. In B. Jörissen, S. Kröner, & L. Unterberg (Hrsg.), *Kulturelle Bildung und Digitalität: # 1. Forschung zur Digitalisierung in der Kulturellen Bildung* (S. 11–24). kopaed.
- Kant, I. (1790/2011). Kritik der Urteilskraft. In W. Weischedel (Hrsg.), *Kritik der Urteilskraft und Schriften zur Naturphilosophie. Werke in sechs Bänden, Bd. 5* (7. Aufl., A III-A 476) WBG.
- Kasch, S., & Dreßler, J. (2023). Die Simulation im Spannungsfeld von Sache und Lebenswelt. Eine Ortsbestimmung. In M. F. Buck, & M. Zulaica. (Hrsg.). *Digitalisierte Lebenswelten. Bildungstheoretische Reflexionen* (S. 271 – 287). Metzler.
- Klager, C. (2016). *Spiel als Weltzugang: Philosophische Dimensionen des Spiels in methodischer Absicht*. Beltz.
- Kleimann, B. (2002). *Das ästhetische Weltverhältnis: Eine Untersuchung zu den grundlegenden Dimensionen des Ästhetischen*. Fink.
- Koller, H.-C. (2018). *Bildung anders denken: Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse* (2. Aufl.). Kohlhammer.
- Krug, S. (2014). *Don't make me think! Web & Mobility Usability : Das intuitive Web* (3. Aufl.). mitp.
- Mayrhofer, M. (2017). Google, Facebook & Co: Die Macht der Algorithmen aus grundrechtlicher Perspektive. In W. Berka, M. Holoubek, & B. Leitl-Staudinger (Hrsg.), *Meinungs- und Medienfreiheit in der digitalen Ära: Eine Neuvermessung der Kommunikationsfreiheit* (S. 77–89). MANZ'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung.
- Meyer, T. (2011). Medien, Mimesis und historisches Apriori. In J. Fromme, S. Iske, & W. Marotzki (Hrsg.), *Medialität und Realität* (S. 31–51). VS Verlag.
- Meyer-Drawe, K. (2012). *Diskurse des Lernens* (2. Aufl.). Fink.
- Moser, C., & Strätling, R. (2016). Sich selbst aufs Spiel setzen: Überlegungen zur Einführung. In C. Moser & R. Strätling (Hrsg.), *Sich selbst aufs Spiel setzen: Spiel als Technik und Medium von Subjektivierung* (S. 9–27). Fink.
- Nassehi, A. (2019). *Muster: Theorie der digitalen Gesellschaft* (2. Aufl.). C. H. Beck.
- Noller, J. (2021). Philosophie der Digitalität. In U. Hauck-Thum & J. Noller (Hrsg.), *Was ist Digitalität? Philosophische und pädagogische Perspektiven* (S. 39–54). Metzler.
- Noller, J. (2022). *Digitalität: Zur Philosophie der digitalen Lebenswelt*. Schwabe.
- Peterlini, H. K., Cennamo, I., & Donlic, J. (Hrsg.). (2020). *Wahrnehmung als pädagogische Übung*. Theoretische und praxisorientierte Auslotung der phänomenologischen Bildungsforschung: Studienverlag.

- Rheinberger, H.-J. (2021). *Spalt und Fuge. Eine Phänomenologie des Experiments*. Suhrkamp.
- Rosa, H. (2016). *Resonanz. Eine Soziologie der Weltbeziehung* (3. Aufl.). Suhrkamp.
- Schäfer, A., & Thompson, C. (2014). Spiel – eine Einleitung. In A. Schäfer & C. Thompson (Hrsg.), *Spiel* (S. 7–33). Schöningh.
- Scheffer, J. (2020). Digitale ökonomische Kollektivierung als soziale Festschreibung. *Zeitschrift für Kultur- und Kollektivwissenschaft*, 6(2), 115–130.
- Schieren, S. (2016). Die Macht der Algorithmen. *Politikum. Analysen. Kontroversen. Bildung*, 1, 4–12.
- Schratz, M., Schwarz J.F., & Westfall-Greiter, T. (2012). *Lernen als bildende Erfahrung. Vignetten in der Praxisforschung*. Studienverlag.
- Seel, M. (1997). *Die Kunst der Entzweiung. Zum Begriff der ästhetischen Rationalität*. Suhrkamp.
- Simanowski, R. (2018). *Stumme Medien: Vom Verschwinden der Computer in Bildung und Gesellschaft*. Matthes & Seitz.
- Spengler, A. (2019). Technologisierung der Lebenskunst – Subjektivierung und Digitalität. In F. Sobala, L. Raabe, J. Kelsch, M. Hennig, L. Edeler, & C. Aldenhoff (Hrsg.), *Digitalität und Privatheit: Kulturelle, politisch-rechtliche und soziale Perspektiven* (S. 85–109). transcript.
- Stalder, F. (2017). *Kultur der Digitalität* (3 Aufl.). Suhrkamp.
- Unterberg, L. (2023). You Press the Button, We Do the Rest: Bildung und Knöpfe. In C. Leineweber, M. Waldmann, & M. Wunder (Hrsg.), *Materialität – Digitalisierung – Bildung* (S. 30–43). Klinkhardt.
- Unterberg, L., & Jörissen, B. (2021). Algorithm trouble oder das Unbehagen in einer Kultur der Algorithmen: Postdigitale Kunstpraktiken, Kulturelle Bildung und Widerständigkeit. In J. Ackermann & B. Egger (Hrsg.), *Transdisziplinäre Begegnungen zwischen postdigitaler Kunst und Kultureller Bildung: Perspektiven aus Wissenschaft, Kunst und Vermittlung* (S. 29–42). Springer VS.
- Verständig, D., & Stricker, J. (2022). Berechnete Unbestimmtheit: Paradoxien der Freiheit im digitalen Zeitalter. In D. Verständig, C. Kast, J. Stricker, & A. Nürnberger (Hrsg.), *Algorithmen und Autonomie: Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Selbstbestimmung und Datenpraktiken* (S. 25–47). Budrich.
- Waldenfels, B. (2002). *Bruchlinien der Erfahrung: Phänomenologie, Psychoanalyse, Phänomenotechnik*. Suhrkamp.
- Weiß, G. (2014). Sich verausgabende Spieler und andere vereinnahmende Falschspieler: Das Spiel zwischen Möglichkeit und Wirklichkeit in ästhetischen Lebensformen. In A. Schäfer & C. Thompson (Hrsg.), *Spiel* (S. 35–61). Schöningh.
- Zirfas, J. (2021). *Pädagogische Anthropologie: Eine Einführung*. Schöningh.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Professionelle Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen

6

Theoretischer Hintergrund, empirische
Analyse und Förderung am Beispiel der
Selbstwirksamkeitserwartungen

Sebastian Gerber und Hans-Stefan Siller

6.1 Einleitung

Die *professionelle Kompetenz* von Lehrpersonen ist eine zentrale Komponente des Diskurses zur Unterrichtsqualität und zur Leistungsentwicklung von Lernenden (Kunter et al., 2013). Diese herausgehobene Rolle der Lehrperson und ihrer Qualifikation sowie die Identifikation des Lehrberufs als Profession stellen die Lehrpersonenbildung in den Fokus empirischer Forschung. Vor diesem Hintergrund hat die Untersuchung der professionellen Kompetenz das Ziel, kognitive und affektive Eigenschaften zu identifizieren und zu fördern, die Lehrpersonen benötigen, um die Anforderungen ihres Berufs erfüllen zu können (Baumert & Kunter, 2013). Daher zielt die universitäre Lehrpersonenbildung insbesondere in den fachdidaktischen Veranstaltungen auf die Entwicklung der entsprechenden professionellen Kompetenz ab (Kunter et al., 2013).

S. Gerber · H.-S. Siller (✉)

Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Mathematik V (Didaktik der Mathematik),
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: hans-stefan.siller@mathematik.uni-wuerzburg.de

S. Gerber

E-Mail: sebastian.gerber@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_6

83

Fachdidaktische Lehrveranstaltungen befassen sich mit dem Lehren (Lehrpersonen) und Lernen (Schüler:innen) im Unterricht. Lehren und Lernen können jedoch häufig nicht fächerübergreifend thematisiert, sondern müssen fach- und bereichsspezifisch differenziert dargestellt werden (Baumert & Kunter, 2013). Entsprechend notwendig zur Ausbildung von prozess- und inhaltsorientierten Kompetenzen von Lernenden ist die Ausdeutung der *fach- und bereichsspezifischen professionellen Kompetenz* von Lehrpersonen. Eine dieser prozessorientierten Kompetenzen für den Mathematikunterricht stellt die Bearbeitung von realweltlichen Problemen in *Simulations- und Modellierungsprozessen* (s. Abschn. 2.1) dar, um realistische und authentische Zusammenhänge aus dem Alltag mit mathematischen Hilfsmitteln zu untersuchen und zu beschreiben (Cevikbas et al., 2023; Niss & Blum, 2020). Beispiele sind u. a. bei Henning (2013), Siller (2015) oder Biehler und Griese (2022) zu finden. In unserem Teilprojekt zeichnen sich diese Simulations- und Modellierungsprozesse insbesondere durch den Einsatz digitaler Werkzeuge aus.

Damit Lehrpersonen diesen bereichsspezifischen Anforderungen, die digitalgestützte Simulations- und Modellierungstätigkeiten im Mathematikunterricht stellen, gerecht werden können, haben wir in unserem Teilprojekt die professionelle Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen (im Folgenden auch: *bereichsspezifische professionelle Kompetenz*) untersucht und drei Kompetenzaspekte herausgearbeitet: Professionalwissen, Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen (Gerber & Quarder, 2022). Im Folgenden stellen wir wesentliche empirisch gestützte Ergebnisse des Teilprojekts vor und zeigen am Beispiel der Selbstwirksamkeitserwartungen die Arbeit des Teilprojekts und die Wirksamkeit einer Lehrveranstaltung an der Universität Würzburg zur Förderung der bereichsspezifischen professionellen Kompetenz.

6.2 Theoretischer Hintergrund

6.2.1 Realitätsbezüge im Mathematikunterricht: mathematisches Modellieren und Simulieren

Mathematisches Modellieren beschreibt eine Beziehung zwischen der realen Situation und mathematischen Ausdrücken und Vorgehensweisen. Es berücksichtigt zunächst den Vorgang der Modellbildung, bei dem eine reale Situation in ein vereinfachtes, den außermathematischen Zusammenhängen in wesentlichen Eigenschaften entsprechendes Modell umgewandelt wird. So können auch komplexe

reale Phänomene untersucht werden. Hierzu sind insbesondere bei vielschichtigen Zusammenhängen eigene Recherchen, Strukturierungen und Vereinfachungen der Ausgangssituation nötig. Dieses Modell wird nun durch mathematische Hilfsmittel beschrieben, etwa Funktionen, Gleichungen oder Graphen, und eine innermathematische Lösung erzielt. Ihre Aussagekraft ist abschließend anhand der Realsituation unter Berücksichtigung der genannten Vereinfachungen in der Modellbildung zu interpretieren und zu validieren (Cevikbas et al., 2023; Niss & Blum, 2020).

Digitale Werkzeuge können diese Arbeitsphasen unterstützen (Molina-Toro et al., 2019), etwa bei der Visualisierung von zunehmend komplexen und realistischen Zusammenhängen, der Analyse umfangreicher Datensätze oder der Beschleunigung von Berechnungen. Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht sind beispielsweise dynamische Geometriesoftwares, Tabellenkalkulationsprogramme, Computeralgebrasysteme, Stochastikprogramme oder Funktionsplotter. Sie zeichnen sich gerade bei der Bearbeitung von realitätsbezogenen Aufgabenstellungen (aber auch darüber hinaus) durch die Möglichkeit einer aktiven und selbstständigen Nutzung durch die Lernenden aus. Der Umfang der Implementierung digitaler Werkzeuge unterscheidet sich dabei zwischen den Realitätsbezügen und Problemstellungen. In einigen Fällen sind sie sogar unersetzlich, um realweltliche Probleme zu lösen.

Eine Form der Integration digitaler Werkzeuge in die Untersuchung realweltlicher Probleme stellen digitale¹ *Simulationen* dar (Greefrath & Siller, 2017; Krüger, 1975; Velten, 2009). Eine inhaltliche Annäherung an den Begriff *Simulation* ist kaum ohne Berücksichtigung der Begriffe *mathematisches Modell* und *Experiment* möglich: „Simulations involve experimentation with mathematical models – usually in conjunction with a digital tool“ (Greefrath & Siller, 2017, S. 533). Die Grundlage einer Simulation stellt ein *mathematisches Modell* dar, das aufgrund seiner Konstruktion, konkreter: aufgrund der durch das Modell abgebildeten Eigenschaften, Aussagen über das reale Phänomen erlauben muss (Krüger, 1975). Der Charakter des *Experiments* wird in der Tätigkeit des Simulierens deutlich. Seine Anwendung liegt in der gezielten und systematischen Variation von Parametern und der Beobachtung und Dokumentation von Veränderungen in einem

¹Im Rahmen des Projekts *CoTeach*, das u. a. auf digitalisierte Strukturen in der Lehrpersonenbildung abzielte, haben wir digitale Simulationen untersucht, also Simulationen, bei denen digitale Werkzeuge genutzt werden. Analoge Simulationen stellten hingegen keinen Forschungsgegenstand dar. Wir beschränken uns daher im Folgenden auf den Begriff ‚Simulation‘ statt ‚digitale Simulation‘.

kontrollierten Setting (Molina-Toro et al., 2019), in der Regel zunächst anhand von Beispielen. So können Strukturen erkannt und als Grundlage für Vermutungen über reale Zusammenhänge genutzt oder zuvor formulierte Hypothesen überprüft werden. Das macht es möglich, beispielsweise auch analog nicht überprüfbare Szenarien des Klimawandels zu simulieren und zu analysieren. Unter anderem im Abgleich mit realen Daten können Simulationen zudem dazu beitragen, das zugrunde liegende Modell bezüglich seiner Aussagekraft zu untersuchen und bei Bedarf zu optimieren.

Im Mathematikunterricht zeichnen sich Simulations- und Modellierungstätigkeiten zumeist durch eine hohe Selbstständigkeit und kognitive Aktivierung der Lernenden bei der Bearbeitung sowie individuell-unterschiedliche Lösungswege aus (Niss & Blum, 2020; Cevikbas et al., 2023). U. a. dies begründet die Wahrnehmung entsprechender Unterrichtsvorbereitungen als Herausforderung.

6.2.2 Professionelle Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens

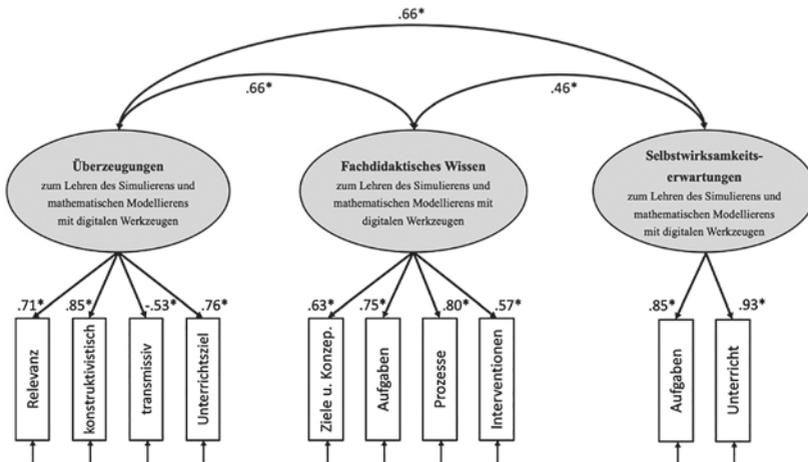
Bei der Konzeptualisierung der professionellen Kompetenz zielen wir auf die Herausarbeitung von Eigenschaften von Lehrpersonen ab, die zur Bewältigung berufsbedingter Herausforderungen nötig sind. Wir greifen hierzu auf die Kompetenzdefinition von Weinert (2014) zurück. Er fasst Kompetenzen als die bei Personen „verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (S. 27 f.) auf. Kompetenzen sind demnach erlernbare, kontextspezifische und nicht nur kognitive, sondern auch affektive Charakteristiken einer Person.

Unsere Analyse der professionellen Kompetenz von Mathematiklehrpersonen im Bereich des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen erfordert eine Bereichsspezifizierung der allgemeinen professionellen Kompetenz. Wir referieren dabei u. a. auf eine Interpretation der professionellen Kompetenz im Kontext mathematischer Modellierungen im Mathematikunterricht (Klock et al., 2019; Wess et al., 2021). Dieses Kompetenzmodell beruht – ebenso wie unseres – auf Forschungsergebnissen des COACTIV-Modells von Baumert und Kunter (2013) sowie von Borromeo Ferri und Blum (2009) und Borromeo Ferri (2018). Auf dieser Grundlage konnten – spezifisch für den Einsatz von Simulationen und digitalen Werkzeugen – drei Aspekte professioneller

Kompetenz identifiziert werden: Professionswissen (wir beschränken uns auf das fachdidaktische Wissen, vgl. Abschn. 6.2.2.1), Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen. Das resultierende Kompetenzmodell, das in Abb. 6.1 dargestellt ist, wurde mithilfe einer konfirmatorischen Faktorenanalyse mit $N=257$ Mathematiklehramtsstudierenden bei akzeptabler Güte (Gäde et al., 2020) bestätigt. Zur Operationalisierung diente ein Testinstrument (Gerber & Quarder, 2022, s. auch Abschn. 6.2). Die im Folgenden knapp beschriebenen bereichsspezifischen Ausdeutungen der Aspekte professioneller Kompetenz werden durch die konfirmatorische Faktorenanalyse empirisch gedeckt. Sie bilden in einem Kompetenzkontinuum erlernbare Dispositionen als Grundlage für berufsbezogenes Unterrichtshandeln, das ergänzt durch situationsspezifische Fähigkeiten (Wahrnehmen, Interpretieren, Entscheiden) beobachtbar wird (Blömeke et al., 2015). Hervorzuheben sind hierzu auch die signifikanten Korrelationen der drei Kompetenzaspekte untereinander.

6.2.2.1 Professionswissen

Das Professionswissen von Lehrpersonen ist ein wesentlicher Bestandteil ihrer professionellen Kompetenz (Krauss et al., 2013). Es kann – nach Shulman (1986) – in



Modellgüte: $\chi^2(32, N = 257) = 69.942$; CFI = .964; TLI = .950; RMSEA = .069; SRMR = .066; * $p < .001$

Abb. 6.1 Konfirmatorische Faktorenanalyse der professionellen Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen (Gerber & Quarder, 2022, S. 10). (Eigene Darstellung)

fachspezifischen Kontexten u. a. in das Fachwissen und das fachdidaktische Wissen unterteilt werden. Die COACTIV-Studien belegen, dass es sich hierbei um zwei unterschiedliche Konstrukte handelt, die miteinander signifikant korrelieren (Krauss et al., 2013). Dem Fachwissen wird jedoch eine geringere Vorhersagekraft auf den Lern- und Leistungsfortschritt von Lernenden zugeschrieben, während fachdidaktisches Wissen kognitive Strukturen von Lerngelegenheiten im Mathematikunterricht deutlich beeinflusst (Baumert & Kunter, 2013). Aus diesem Grund fokussiert unser Projekt das fachdidaktische Wissen.

Auf der Basis von Borromeo Ferri und Blum (2009) und Borromeo Ferri (2018) sowie Klock et al. (2019) und Wess et al. (2021) konkretisiert sich fachdidaktisches Wissen in unserer bereichsspezifischen Ausdeutung in vier Wissensfacetten: (i) Wissen über Ziele und Konzeptionen, (ii) Wissen über Simulations- und Modellierungsaufgaben, (iii) Wissen über Simulations- und Modellierungsprozesse und (iv) Wissen über Interventionen. Diese Facetten wurden im Rahmen unserer Studie im Teilprojekt empirisch bestätigt (Gerber et al., 2023). Konzeptualisierungen und empirische Untersuchungen zum bereichsspezifischen Professionswissen und dessen Förderung sind u. a. bei Quarder et al. (2023) und Gerber et al. (2023) zu finden.

6.2.2.2 Überzeugungen

Neben objektiv begründbaren Theorien spielen bei Lehrpersonen auch ihre subjektiven Einschätzungen und Überzeugungen eine Rolle bei der Unterrichtsplanung und -durchführung. Voss et al. (2013) definieren Überzeugungen als „psychologically held understandings and assumptions about phenomena or objects of the world that are felt to be true, have both implicit and explicit aspects, and influence people’s interactions with the world“ (S. 249 f.). Überzeugungen von Lehrpersonen beinhalten demnach eine subjektive Bewertung beispielsweise von Gegenständen, Hilfsmitteln und Abläufen des Unterrichts.

Zur Analyse bereichsspezifischer Überzeugungen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen greifen wir auf zwei empirisch untersuchte Überzeugungskonzepte zurück: Überzeugungen zum digitalen Werkzeugeinsatz im Mathematikunterricht (nach Thurm, 2020) und Überzeugungen zum Lehren des mathematischen Modellierens (Klock et al., 2019; Wess et al., 2021). Daraus resultierend können vier bereichsspezifische Überzeugungsdimensionen unterschieden werden: (i) Überzeugungen zur Relevanz des Einsatzes digitaler Werkzeuge bei der Untersuchung von Realitätsbezügen, (ii) Überzeugungen zum Einsatz digitaler Werkzeuge im realitätsbezogenen

Unterricht als Unterrichtsziel, (iii) bereichsspezifische konstruktivistische Überzeugungen und (iv) bereichsspezifische transmissive Überzeugungen (Gerber & Quarder, 2022). Diese Überzeugungsdimensionen beinhalten u. a. die Einstellungen von Lehrpersonen zum Beitrag, den digitale Werkzeuge zur Bearbeitung von realitätsbezogenen Problemen leisten, zur Relevanz digitaler Simulations- und Modellierungsprozesse per se und zum Verhältnis zwischen lernenden- und lehrendenzentriertem Werkzeugeinsatz.

6.2.2.3 Selbstwirksamkeitserwartungen

Empirische Studien zeigen die Bedeutung hoher Selbstwirksamkeitserwartungen, um den professionellen Anforderungen an den Lehrberuf gerecht zu werden (Kunter et al., 2013). Bandura (1997) definiert Selbstwirksamkeitserwartungen als „one’s capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainments.“ (S. 3). Bereichsspezifische Selbstwirksamkeitserwartungen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens greifen in unserer Konzeptualisierung die Unterteilung von Selbstwirksamkeitserwartungen zum Lehren mit digitalen Werkzeugen in aufgabenbezogene und unterrichtsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen (nach Thurm, 2020) und eine diagnoseorientierte Ausrichtung von Selbstwirksamkeitserwartungen beim Lehren des mathematischen Modellierens (nach Siller et al., 2023) auf.

- Aufgabenbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen beschreiben demnach das Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten bei der Analyse und beim Lösen anspruchsvoller Simulations- und Modellierungsaufgaben mit digitalen Werkzeugen sowie bei der Auswahl, Adaption und Entwicklung entsprechender Aufgaben.
- Unterrichtsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen beschreiben hingegen das Zutrauen bei der Planung und Durchführung von Unterrichtsphasen mit digital- und realitätsbezogenen Problemstellungen und zur adaptiven Unterstützung der Lernenden bei auftretenden Schwierigkeiten.

Empirische Ergebnisse zur Entwicklung der bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen in beiden Dimensionen im Rahmen einer Lehrveranstaltung sind bei Gerber et al. (2024) zu finden und werden in Abschn. 6.7 vorgestellt.

6.3 Eine universitäre Lehrveranstaltung zur Förderung der bereichsspezifischen professionellen Kompetenz

Das mathematikdidaktische Teilprojekt „Simulationen im Mathematikunterricht“ wählt den Ansatz der Professionsforschung und beleuchtet die Förderung und Entwicklung der professionellen Kompetenz im Bereich des Lehrens des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen aus der Perspektive der Lehrpersonenbildung. Untersucht wird, inwieweit entsprechende Kompetenzen bei angehenden Lehrpersonen zur Vorbereitung auf die spätere Berufspraxis bereits im Studium fortgebildet werden können. Im Ergebnis sollen auch Hinweise zur Struktur vergleichbarer Lehrveranstaltungen mit demselben Ziel erarbeitet werden. Die Notwendigkeit dieses Vorhabens ist vielfach anerkannt (bspw. bei Kunter et al., 2013). Speziell bezogen auf das mathematische Modellieren stellt Borromeo Ferri (2021) fest, dass die zunehmende Bedeutung von Modellierungstätigkeiten im Mathematikunterricht zahlreicher Länder „requires that teacher education in mathematical modelling starts at university“ (S. 114). Entsprechende Ergebnisse für die theoretische Konzeptualisierung und die Wirksamkeit von Seminaren werden bei Klock et al. (2019) und Wess et al. (2021) berichtet.

Um die professionelle Kompetenz von angehenden Mathematiklehrpersonen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen zu fördern, haben wir eine einsemestrige universitäre Lehrveranstaltung für Mathematiklehramtsstudierende entwickelt. Diese kann als eigenständige Veranstaltung angeboten oder in eine bestehende mathematikdidaktische Veranstaltung integriert werden. In Anlehnung an Greefrath et al. (2022) besteht die konzipierte Lehrveranstaltung (s. hierzu auch Gerber et al., 2023) aus drei konsekutiven Phasen:

- aus einer *Vorbereitungs-/Theoriephase*, in der mit den Studierenden theoretische fachdidaktische Grundlagen in Bezug auf das Simulieren und mathematische Modellieren mit digitalen Werkzeugen diskutiert werden; zudem untersuchen die Studierenden realitätsbezogene Aufgaben, die mit digitalen Werkzeugen zu bearbeiten sind, analysieren Text- und Videovignetten (bestehend aus Aufgaben und deren Schüler:innen- und Studierendenlösungen) und entwickeln eigene digitalgestützte Simulations- und Modellierungsaufgaben,
- aus einer *Praxisphase* zur Erprobung der in der Vorbereitungsphase entwickelten Aufgaben und des dort erworbenen Wissens; diese Erprobung findet in

Situationen mit anderen Lehramtsstudierenden statt, die die Aufgaben unter Zuhilfenahme digitaler Werkzeuge bearbeiten; die Lehramtsstudierenden, die die Aufgabe entworfen haben, unterstützen bei Bedarf ihre Mitstudierenden, um auch unterrichtsbezogene Maßnahmen der Diagnose und Intervention zu erproben und die Unterstützungsmöglichkeiten digitaler Werkzeuge bei der Aufgabenbearbeitung zu erkennen,

- aus einer *Reflexionsphase*, um die Erfahrungen aus der Praxisphase vor dem Hintergrund des erworbenen Wissens und der Entwicklung der Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen der Lehramtsstudierenden zu analysieren.

6.4 Beispiel: Förderung von Selbstwirksamkeitserwartungen

Am Beispiel der bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen wollen wir im Folgenden die Wirksamkeit der in Abschn. 6.3 vorgestellten Lehrveranstaltung untersuchen. Hierzu ist es zunächst nötig, Möglichkeiten der Beeinflussung zu identifizieren und in die Lehrveranstaltungsplanung und -durchführung zu integrieren. Bandura (1997) benennt sog. Quellen für Selbstwirksamkeitserwartungen. Sie sind zunächst bereichsunspezifisch und müssen in der Umsetzung an die Erfordernisse der Lehrveranstaltung angepasst werden, die die bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen beeinflussen möchte. Besonders drei dieser Quellen scheinen für fachdidaktische Lehrveranstaltungen mit Praxiselementen geeignet und können in der Durchführung von Dozierenden berücksichtigt werden:

Eigene Bewältigungserfahrungen: Selbstwirksamkeitserwartungen können durch Erfolgserlebnisse gefördert werden. Daher ist zunächst eine realistische Formulierung von Zielen nötig. Werden diese Ziele erreicht, erkennen die Studierenden die eigenen Fertigkeiten und trauen sich eher zu, diese effektiv einzusetzen.

Verbale Überzeugungsarbeit: Durch aussagekräftiges und konstruktives Feedback erkennen Lernende eigene Lernfortschritte. Das führt zu mehr Motivation und steigender Selbstwirksamkeit. Wichtig dafür ist, dass die Studierenden ihre Leistung auch aufgrund des Feedbacks ihrer eigenen Anstrengung sowie ihren Kenntnissen und Fähigkeiten zuschreiben.

Kollegialer Austausch: Explizit hinsichtlich des Technologieeinsatzes von angehenden Lehrpersonen sind auch der konstruktive Austausch über Best-Practice-Beispiele und die gegenseitige Unterstützung bei Problemen wirksam (Wang et al., 2004).

6.5 Forschungsfrage

Vor dem Hintergrund der bereichsspezifischen Ausdeutung der Selbstwirksamkeitserwartungen (vgl. Abschn. 6.2.2.3) sowie der Bedeutung der Ausbildung der entsprechenden professionellen Kompetenz bereits im Studium (vgl. Abschn. 6.3) stellt sich – exemplarisch für das Forschungsinteresse in unserem Teilprojekt – die Frage, inwieweit Selbstwirksamkeitserwartungen für das Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen in unserer Lehrveranstaltung gezielt gefördert werden können. Die in Abschn. 6.4 genannten Quellen der Selbstwirksamkeitserwartungen werden dabei explizit in der Veranstaltungsplanung und -durchführung berücksichtigt. Die Veranstaltung soll repräsentativ für vergleichbare Veranstaltungen mit einer Drei-Phasen-Struktur, wie in Abschn. 6.3 vorgestellt, untersucht werden. Wir konkretisieren das Forschungsinteresse in der folgenden Frage:

Wie entwickeln sich bei angehenden Mathematiklehrpersonen die Selbstwirksamkeitserwartungen zum Simulieren und mathematischen Modellieren mit digitalen Werkzeugen durch die Teilnahme an unserer universitären Lehrveranstaltung im Vergleich zu angehenden Mathematiklehrpersonen, die keine spezifische Intervention für diese bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen erhalten?

6.6 Methodik

6.6.1 Forschungsdesign und Stichprobe

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine quantitative, quasi-experimentelle Interventionsstudie mit zwei Gruppen (einer Experimental- und einer Kontrollgruppe) durchgeführt. Abb. 6.2 skizziert das Forschungsdesign.

In drei aufeinanderfolgenden Semestern, beginnend mit dem Wintersemester 2021/2022 bis zum Wintersemester 2022/2023, wurden in mathematikdidaktischen Lehrveranstaltungen an der Universität Würzburg Daten von 94 Mathematikstudierenden für das Lehramt für Gymnasien erhoben. Die Datenerhebung fand jeweils zu Beginn (Prätest) und am Ende des Semesters (Posttest) statt. Die *Experimentalgruppe (EG)* bildeten 65 Mathematiklehramtsstudierende, die an der Veranstaltung „Didaktik der Analysis“ mit einem besonders auf den Einsatz von Simulationen im Mathematikunterricht ausgerichteten Übungsbetrieb teilnahmen. Dieser Übungsbetrieb – eine zweistündige, wöchentliche Präsenzveranstaltung (zwölf Sitzungstermine à 90 min) sowie integrierte Übungsaufgaben



Abb. 6.2 Forschungsdesign. (Eigene Darstellung)

für die Eigenarbeit außerhalb der Übung – stellte die Intervention zur Förderung u. a. der Selbstwirksamkeitserwartungen zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen dar (zur Struktur: vgl. Abschn. 6.3). Die Veranstaltung „Didaktik der Analysis“ ist eine Pflichtveranstaltung im Studienverlauf des Lehramts Gymnasium an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und dort für das dritte Semester vorgesehen.

Die *Kontrollgruppe (KG)* setzte sich aus 29 Studierenden zusammen. Sie erhielten im Zeitraum zwischen Prä- und Posttest keine Förderung im Bereich der bereichsspezifischen professionellen Kompetenz. In der Regel besuchten sie jedoch andere fachdidaktische Veranstaltungen, zumeist Vertiefungskurse zur Vorbereitung auf das Staatsexamen. Tab. 6.1 zeigt eine detaillierte Beschreibung der beiden Gruppen, die insgesamt die untersuchte Stichprobe bildeten.

Aufgrund des Studiendesigns musste die Kontrollgruppe aus Mathematiklehramtsstudierenden höherer Semester gebildet werden, um zu verhindern, dass Studierende unterer Semester durch die Zuweisung zur Kontrollgruppe nicht mehr an der Intervention teilnehmen und damit nicht mehr zur Experimentalgruppe gezählt werden können.

Tab. 6.1 Stichprobenbeschreibung. (Eigene Darstellung)

	Anzahl	Geschlecht	Alter		Semester		Abiturnote	
		m/w/d	M	SD	M	SD	M	SD
EG	65	28/37/0	21,42	3,89	3,92	1,28	1,61	0,45
KG	29	11/18/0	23,76	4,21	8,17	3,99	1,93	0,54
Gesamt	94	39/55/0	22,14	4,12	5,23	3,13	1,71	0,50

(m = männlich, w = weiblich, d = divers, M = arithmetisches Mittel, SD = Standardabweichung)

Um die Gruppen anhand der Vorkenntnisse zu vergleichen, wurden mithilfe zweier Skalen unseres Testinstruments (s. Abschn. 6.6.2) auch selbstberichtete lern- und lernbezogene Vorerfahrungen bezüglich des Einsatzes digitaler Werkzeuge (ohne Bezug zum Simulieren oder Modellieren) zum Messzeitpunkt des Prätests erfasst. Dabei handelt es sich um bisherige Erfahrungen mit verschiedenen digitalen Werkzeugen sowie mit deren Einsatz im Mathematikunterricht und der Planung und Durchführung von Unterrichtsphasen, in denen digitale Werkzeuge bereits eingesetzt wurden. Die Analysen (t-Tests) bestätigten diesbezüglich die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen.

6.6.2 Testinstrument

In der vorliegenden Studie wurden zur Messung der bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen Skalen eines selbstentwickelten, pilotierten Testinstruments verwendet. Dieses Testinstrument erfasst Aspekte der professionellen Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen. Informationen zur literaturbasierten Testentwicklung und der Pilotierung sind bei Gerber und Quarder (2022) zu finden. Die beiden einschlägigen Skalen aus dem Testinstrument messen speziell aufgaben- bzw. unterrichtsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen und enthalten jeweils sechs Items. Jedes Item besteht aus einer Aussage im Format „Ich traue mir zu, ...“, zu der der persönliche Grad der Zustimmung anhand einer sechsstufigen Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 6 = stimme voll zu) auszudrücken ist. Die anhand von Cronbachs Alpha ausgewerteten Reliabilitäten der beiden Skalen

Tab. 6.2 Aufgaben- und unterrichtsbezogene Skala der bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen (Gerber & Quarder, 2022). (Eigene Darstellung)

Skala	Itemanzahl	Beispielitem <i>Ich traue mir zu, ...</i>	Cronbachs Alpha
Aufgabenbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen	6	... selbst eine neue Modellierungsaufgabe, bei der digitale Werkzeuge eingesetzt werden, zu entwickeln.	.89
Unterrichtsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen	6	... unterrichtsphasen durchzuführen, in denen mit digitalen Werkzeugen mathematisch modelliert wird.	.90

(vgl. Tab. 6.2) sind als hoch einzuschätzen. Dies deutet darauf hin, dass für die jeweilige Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartungen in der Experimental- und in der Kontrollgruppe sowie für den in dieser Studie angestrebten Gruppenvergleich zuverlässige Ergebnisse zu erwarten sind. Tab. 6.2 zeigt exemplarisch je eines der sechs Items pro Skala.

6.7 Ergebnisse

Abb. 6.3 zeigt die Ergebnisse der deskriptiven Datenauswertung zur Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartungen für das Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen, aufgeteilt in die Experimental- und die Kontrollgruppe. Dargestellt werden die arithmetischen Mittelwerte.

Sowohl bezüglich der aufgabenbezogenen wie auch der unterrichtsbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen ist ein stärkerer Zuwachs in der Experimentalgruppe als in der Kontrollgruppe festzustellen. Um zu untersuchen, inwieweit sich diese Entwicklungen hinsichtlich der Gruppenzugehörigkeit signifikant unterscheiden und damit auch auf die Gruppenzugehörigkeit zurückgeführt werden können, wurden für beide Dimensionen Regressionsanalysen mit einer linearen Modellgleichung durchgeführt (Kodierung: Experimentalgruppe mit eins, Kontrollgruppe mit null) und anhand eines Signifikanzniveaus von 0,05 überprüft. Die Voraussetzungen für diese Analysen waren erfüllt. Für die aufgabenbezoge-

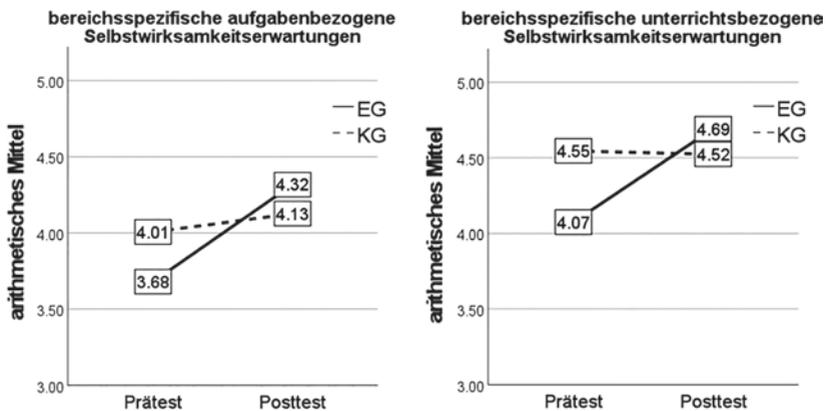


Abb. 6.3 Ergebnisse der deskriptiven Datenauswertung (arithmetisches Mittel). (Eigene Darstellung)

nen Selbstwirksamkeitserwartungen stellte die Gruppenzugehörigkeit einen signifikanten Prädiktor ($\beta = .19, p = 0,045$) für die Posttest-Werte dar, wobei die Prätest-Werte konstant gehalten wurden. Das so spezifizierte Modellklärte 23 % der Unterschiede in den aufgabenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen zum Messzeitpunkt des Posttests auf ($R^2 = .23, F(2,91) = 13,49, p < .001$). Dies entspricht nach Cohen (1992) einer mittleren Varianzaufklärung.

Bezüglich der unterrichtsbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen erwies sich die Gruppenzugehörigkeit ebenfalls als signifikanter Prädiktor ($\beta = .20, p = .048$) für die Posttest-Ergebnisse bei Kontrolle der Prätestergebnisse. Zusammen erklärten die beiden Prädiktoren *Gruppe* und *Prätest* 14 % der Unterschiede zum zweiten Messzeitpunkt ($R^2 = .14, F(2,91) = 7,325, p = .001$), was nach Cohen (1992) ebenfalls einer mittleren Varianzaufklärung entspricht.

6.8 Zusammenfassung und Diskussion

Ein Mathematikunterricht, in dem Lernende realitätsbezogene Problemstellungen selbstständig und mit der Hilfe digitaler Werkzeuge durch Simulations- und Modellierungsaktivitäten bearbeiten, stellt eine besondere Herausforderung für Lehrpersonen dar. Um dieser Schwierigkeit bereits in der Lehrpersonenbildung an der Universität zu begegnen, widmete sich unser Teilprojekt zunächst der Ausdeutung und Untersuchung der bereichsspezifischen professionellen Kompetenz. Orientiert an Forschungsergebnissen von Large-Scale-Studien zur professionellen Kompetenz von Lehrpersonen (Baumert & Kunter, 2013; Blömeke et al., 2015; Kunter et al., 2013) wurden daher kognitive und affektiv-motivationale Kompetenzaspekte zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen identifiziert: Professionswissen, Überzeugungen und Selbstwirksamkeitserwartungen. Eine konfirmatorische Faktorenanalyse und das resultierende Kompetenzmodell bestätigten dies (Gerber & Quarder, 2022). Um Lehrpersonen auf die Erfordernisse ihrer Berufspraxis in diesem Bereich vorzubereiten, stellen die drei Aspekte demnach Ansatzpunkte für universitäre Lehrveranstaltungen in der Lehrpersonenbildung dar.

Davon ausgehend untersuchte unsere quasi-experimentelle Interventionsstudie im Prä-Post-Design schrittweise die Wirksamkeit einer spezifisch konzipierten einsemestrigen Lehrveranstaltung in der Mathematikdidaktik. Die Veranstaltung fokussierte in drei Phasen die identifizierten bereichsspezifischen Kompetenzaspekte. Deren Entwicklung bei angehenden Mathematiklehrpersonen wurde im Einzelnen empirisch analysiert. Hierzu diente ein selbstentwickeltes, pilotiertes und validiertes Testinstrument (Gerber & Quarder, 2022).

Exemplarisch fokussiert der vorliegende Beitrag die Wirksamkeit der Lehrveranstaltung zur Förderung der Selbstwirksamkeitserwartungen von Mathematiklehramtsstudierenden im Bereich des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen. Die Ergebnisse zeigen eine Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden in der Experimentalgruppe im Zeitverlauf der Intervention. Dies betrifft sowohl die Dimension der aufgabenbezogenen wie auch der unterrichtsbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen. Die Steigerung in der Dimension *Aufgaben* stellt sich in der Experimentalgruppe deutlich größer dar als bei den angehenden Mathematiklehrpersonen in der Kontrollgruppe, die nicht an der bereichsspezifischen Intervention teilnahmen. Letztere zeigen sich in der Dimension *Unterricht* sogar stabil.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zeigen in beiden Dimensionen eine signifikante Vorhersagekraft der Gruppenzugehörigkeit für die Ergebnisse im Posttest. Die individuellen Verbesserungen der Selbstwirksamkeitserwartungen deuten darauf hin, dass die angehenden Lehrkräfte, die die konzipierte Lehrveranstaltung besucht haben, ein höheres Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten beim Einsatz digitaler Werkzeuge in simulations- und modellierungsspezifischen Unterrichtssituationen aufweisen. In der Folge sind eine höhere Unterrichtsqualität zu erwarten, indem die Lehrpersonen den Anforderungen ihres Berufs eher entsprechen können (Kunter et al., 2013). Insbesondere aufgrund des Vergleichs mit der Kontrollgruppe führen wir die Veränderungen auf die Teilnahme an unserer Intervention zurück. Die Lehrveranstaltung zeigte sich daher diesbezüglich als wirksam. Die leichte Zunahme der aufgabenbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen in der Kontrollgruppe zwischen den Messzeitpunkten könnte auf das Studiendesign zurückzuführen sein. So erhielten die Studierenden in der Kontrollgruppe keine *spezifische* Unterstützung, haben in der Regel jedoch andere mathematikdidaktische Lehrveranstaltungen ohne den Fokus auf Simulationen, Modellierungen und digitalen Werkzeugen besucht. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Veranstaltungen sich positiv auf die allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung und damit auch auf die von uns untersuchte bereichsspezifische Ausprägung ausgewirkt haben.

Ein Vergleich der Ergebnisse in der Experimental- und der Kontrollgruppe ist unter Berücksichtigung der Stichprobenzusammensetzung möglich. Die Testpersonen der Kontrollgruppe waren jedoch etwas mehr als zwei Jahre älter und wiesen folglich eine um gut vier Semester größere Fachsemesteranzahl auf (ein Jahr = zwei Semester). Auch in der Anzahl der Studierenden unterschieden sich die Gruppen. Eine Begründung ist in Abschn. 6.6.1 ausgeführt. Hinsichtlich der lehr- und lernbezogenen Vorerfahrungen mit digitalen Werkzeugen zeigte sich die Kontrollgruppe vergleichbar erfahren. Dennoch stiegen die Selbstwirksamkeitser-

wartungen in der Experimentalgruppe deutlich, nicht aber in der Kontrollgruppe. Einschränkend hierzu muss jedoch festgestellt werden, dass die bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden in der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt des Prätests bereits ausgeprägter waren als die der Studierenden in der Experimentalgruppe.

Trotz der genannten Einschränkungen durch die Stichprobenzusammensetzung bleibt die Einschätzung der Lehrveranstaltung als wirksam bestehen. Dies repliziert frühere Studien zur Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartungen, etwa zum Lehren mathematischer Modellierung *ohne* den Fokus auf digitale Werkzeuge (vgl. Siller et al., 2023).

Für die fachdidaktische Lehre an Universitäten liefert die Studie wertvolle Ergebnisse zur Förderung der bereichsspezifischen Selbstwirksamkeitserwartungen von angehenden Mathematiklehrkräften durch gezielte Interventionen. Zum einen zeigen die Ergebnisse der Studie, dass eine Förderung bereits in einer frühen Phase des Studiums in einem quasi-experimentellen Rahmen u. a. durch eigene Erfolgserlebnisse der Studierenden und gezieltes Feedback möglich ist. Zum anderen schlagen wir, um diese Veränderungen in anderen Lehrveranstaltungen zu erreichen, aufgrund unserer Studienergebnisse im Kontext des Umgangs mit digitalen Werkzeugen im simulations- und modellierungsbasierten Unterricht ein Veranstaltungsdesign mit der beschriebenen Drei-Phasen-Struktur vor, das sich in unserer Durchführung als erfolgreich herausstellte: eine theoretische Vorbereitungs-, eine Praxis- und eine Reflexionsphase. Wenngleich keine Untersuchung zur Wirksamkeit der einzelnen Phasen durchgeführt wurde, gibt es Hinweise dafür, dass alle drei Phasen einen Beitrag zur Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartungen leisten. Ein qualitativer Zugang könnte hierüber mehr Klarheit schaffen.

Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse der Studie somit die Bedeutung eines frühzeitigen Engagements zur Stärkung der bereichsspezifischen professionellen Kompetenz in der Lehrpersonenbildung und geben Impulse für die Gestaltung entsprechender Lehrveranstaltungen.

Literatur

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2013). The COACTIV model of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (S. 25–48). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.

- Biehler, R., & Griese, B. (2022) (Hrsg.). Sinnvoll stochastisch modellieren. *mathematik lehren*, 232.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift Für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Borromeo Ferri, R. (2021). Mandatory mathematical modelling in school: What do we want the teachers to know? In F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Hrsg.), *Mathematical modelling education in east and west* (S. 103–117). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_9. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Borromeo Ferri, R., & Blum, W. (2009). Mathematical modelling in teacher education – Experiences from a modelling seminar. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Hrsg.), *Proceedings of the sixth congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 6)* (S. 2046–2055). Institut National de Recherche Pédagogique and ERME.
- Cevikbas, M., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2023). Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education – A descriptive systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1142556. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1142556>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Gäde, J. C., Schermelleh-Engel, K., & Brandt, H. (2020). Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Aufl., S. 615–659). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Gerber, S., & Quarder, J. (2022). *Erfassung von Aspekten professioneller Kompetenz zum Lehren des Simulierens und mathematischen Modellierens mit digitalen Werkzeugen. Ein Testinstrument*. Universität Würzburg. <https://doi.org/10.25972/OPUS-27359>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Gerber, S., Quarder, J., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2023). Promoting adaptive intervention competence for teaching simulations and mathematical modelling with digital tools: Theoretical background and empirical analysis of a university course in teacher education. *Frontiers in Education*, 8, 1141063. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1141063>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Gerber, S., Quarder, J., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2024). Pre-service teachers' self-efficacy for teaching simulations and mathematical modelling with digital tools. In H.-S. Siller, G. Kaiser, & V. Geiger (Hrsg.), *Researching Mathematical Modelling Education in Disruptive Times. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53322-8_21.
- Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2017). Modelling and simulation with the help of digital tools. In G. A. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser (Hrsg.), *Mathematical modelling and applications* (S. 529–539). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62968-1_44. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.

- Greefrath, G., Siller, H.-S., Klock, H., & Wess, R. (2022). Pre-service secondary teachers' pedagogical content knowledge for the teaching of mathematical modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 109(2), 383–407. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10038-z>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Henning, H. (2013). (Hrsg.). Modellieren. *Der Mathematikunterricht*, 59(1). Friedrich Verlag: Seelze.
- Klock, H., Wess, R., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2019). Aspekte professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischer Modellierens bei (angehenden) Lehrkräften – Erfassung und Evaluation. In E. Christophel, M. Hemmer, F. Korneck, T. Leuders, & P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschung zur Lehrerbildung* (S. 135–146). Waxmann.
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M., Besser, M., & Elsner, J. (2013). Mathematics teachers' domain-specific professional knowledge: Conceptualization and test construction in COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (S. 147–174). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_8. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Krüger, S. (1975). *Simulation: Grundlagen, Techniken, Anwendungen*. de Gruyter.
- Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U., & Richter, D. (2013). The development of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (S. 63–77). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_4. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Molina-Toro, J. F., Rendón-Mesa, P. A., & Villa-Ochoa, J. A. (2019). Research trends in digital technologies and modeling in mathematics education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/108438>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Niss, M., & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling* (1. Aufl.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315189314>.
- Quarder, J., Gerber, S., Siller, H.-S., & Greefrath, G. (2023). Simulieren und mathematisches Modellieren mit digitalen Werkzeugen im Lehr-Lern-Laborseminar: Förderung und empirische Analyse der bereichsspezifischen professionellen Aufgabenkompetenz. In M. Meier, G. Greefrath, M. Hammann, R. Wodzinski, & K. Ziepprecht (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung* (S. 33–46). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-40109-2_3. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Siller, H.-S. (2015). (Hrsg.). Realitätsbezug im Mathematikunterricht. *Der Mathematikunterricht*, 61(5). Friedrich Verlag: Seelze.
- Siller, H.-S., Greefrath, G., Wess, R., & Klock, H. (2023). Pre-service teachers' self-efficacy for teaching mathematical modelling. In G. Greefrath, S. Carreira, & G. A. Stillman (Hrsg.), *Advancing and consolidating mathematical modelling* (S. 259–274). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-27115-1_16. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Thurm, D. (2020). *Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht integrieren: Zur Rolle von Lehrerüberzeugungen und der Wirksamkeit von Fortbildungen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28695-8>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.

- Velten, K. (2009). *Mathematical modeling and simulation. Introduction for scientists and engineers*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Voss, T., Kleickmann, T., Kunter, M., & Hachfeld, A. (2013). Mathematics teachers' beliefs. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (S. 249–271). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_12. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231–250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.
- Weinert, F. E. (2014). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (3. Aufl., S. 17–31). Beltz.
- Wess, R., Klock, H., Siller, H.-S., & Greefrath, G. (2021). Measuring professional competence for the teaching of mathematical modelling. In F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser, & K. L. Wong (Hrsg.), *Mathematical modelling education in east and west* (S. 249–260). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66996-6_21. Zugegriffen: 16. Jan. 2024.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Medienkompetenzen in inklusiven Grundschulklassen im Bereich Digital Storytelling

7

Julia Warmdt, Henrik Frisch, Katharina Kindermann, Sanna Pohlmann-Rother und Christoph Ratz

7.1 Digital Storytelling in inklusiven Grundschulklassen

Durch die gesellschaftlichen Transformationsprozesse der Digitalität und Inklusion sowie die damit verbundenen Implikationen für Schule und Unterricht werden (angehende) Lehrpersonen herausgefordert, Unterricht mit und über digitale(-n) Medien in inklusiven Lehr- und Lernsituationen professionell zu gestalten (Kamin, 2020, S. 92; Warmdt et al., 2023a, S. 1–3). Den Lehrkräften kommt die Schlüsselrolle bei der Planung, Umsetzung und Reflexion des Einsatzes digitaler Medien beim gemeinsamen Lernen in inklusiven Grundschulklassen mit

J. Warmdt (✉) · K. Kindermann · S. Pohlmann-Rother
Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik,
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: julia.warmdt@uni-wuerzburg.de

K. Kindermann
E-Mail: katharina.kindermann@uni-wuerzburg.de

S. Pohlmann-Rother
E-Mail: sanna.pohlmann-rother@uni-wuerzburg.de

H. Frisch · C. Ratz
Institut für Sonderpädagogik, Pädagogik bei Geistiger Behinderung, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: henrik.frisch@uni-wuerzburg.de

C. Ratz
E-Mail: christoph.ratz@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_7

103

Schüler:innen des Schwerpunkts Geistige Entwicklung zu. Universitäre Lehr- und Lernkonzepte können angehende Lehrpersonen durch die Förderung mediendidaktischer und inklusionsbezogener Kompetenzbereiche auf die veränderte Unterrichtsrealität vorbereiten (Schüller et al., 2021, S. 17). Konzepte, die zu einer systematischen Qualifizierung angehender Lehrpersonen in den digital-inklusive Kompetenzbereichen beitragen, sind bislang jedoch ausschließlich vereinzelt zu finden (Warmdt et al., 2023a, S. 1–3).

Die Forschungsarbeiten des vorliegenden Teilprojekts umfassen unter anderem die Konzeption einer didaktisch innovativen *Lehrveranstaltung* mit dem Ziel der *Förderung mediendidaktischer und inklusionsbezogener Kompetenzen* von Studierenden im Kontext aktueller gesellschaftlicher Entwicklungen (s. Abb. 7.1 oben links). Kernelement dieser Lehrveranstaltung ist die kooperative, medien-gestalterische Entwicklung von Unterrichtsmaterial anhand theoriegeleiteter Kriterien in Form digitaler Bilderbücher für den inklusiven Unterricht (*winBook* – Würzburger *eBook* für inklusiven Unterricht). Die prozesshafte Erstellung der *winBooks* zur Förderung verschiedener Kompetenzbereiche aufseiten der Studierenden wird durch das unterrichtsdidaktische Konzept des Digital Storytelling geprägt, im Rahmen dessen eine digitale Geschichte rezipiert und mithilfe verschiedener multimodaler Ausdrucksmöglichkeiten weitererzählt werden kann (Warmdt et al., 2023b). In dem vorliegenden Teilprojekt werden die literarischen Geschichten auf Basis von W-Fragen (Wer? Wann? Was? Wo?) und einem Storyboard als eine Art „Drehbuch“ von den Studierenden selbst konzeptualisiert, um in einem weiteren Schritt das *winBook* durch eigene Illustrationen, Erzählstimmen, Geräusche, Videoaufnahmen, interaktive Elemente, geschriebene Texte etc. am iPad zu erstellen (Warmdt et al., 2023a, S. 10–11).

Die Nachhaltigkeit des universitär entwickelten Unterrichtsmaterials wird sichergestellt, indem die *winBooks* öffentlich im *Digitalen Bücherschrank* für Lehrpersonen und Interessierte zur Verfügung gestellt werden (s. Abb. 7.1 oben in der Mitte). Zur Nutzung und Adaption der *winBooks* werden Fortbildungen für Lehrpersonen und Referendar:innen angeboten. Auf diese Weise finden die Arbeitsergebnisse der Studierenden Eingang in die Unterrichtspraxis, wodurch im Rahmen der Fortbildungen wiederum Anregungen für die universitäre Seminargestaltung gewonnen werden. Dadurch kann im vorliegenden Teilprojekt ein Beitrag zur Verschränkung der drei Phasen der Lehrpersonenbildung geleistet werden.

Die Erprobung und Weiterentwicklung des in den Lehrveranstaltungen konzipierten Materials mit seinem Potenzial für qualitativ vollen Unterricht findet im Rahmen einer Videostudie in inklusiven Grundschulklassen statt, die von Schüler:innen mit und ohne sonderpädagogischen Schwerpunkt Geistige Entwicklung besucht werden. Dabei wird das Ziel verfolgt, die *differenziellen Effekte der*

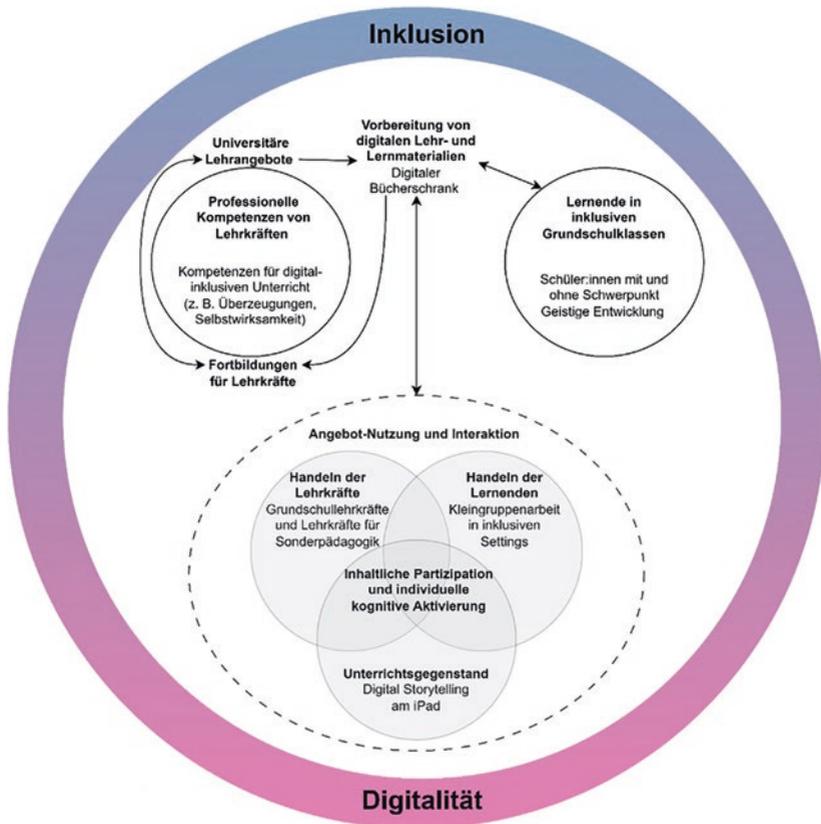


Abb. 7.1 Modellierung des Teilprojekts in Anlehnung an Syring et al. (2022) und Vieluf et al. (2020). (Eigene Darstellung)

Unterrichtsqualität zum einen mit Blick auf die *individuelle kognitive Aktivierung* und zum anderen mit Blick auf die *inhaltliche Partizipation* zu beschreiben (s. Abb. 7.1 unten in der Mitte).

Anlehnend an die Ausführungen und die Modellierung sind in dem vorliegenden Teilprojekt folgende Zielsetzungen im Bereich der universitären Lehrpersonenbildung und Unterrichtsqualitätsforschung wegweisend (Tab. 7.1):

Tab. 7.1 Zielsetzungen des Teilprojekts in der Lehrpersonenbildung und der Unterrichtsqualitätsforschung. (Eigene Darstellung)

Lehrpersonenbildung

- Entwicklung eines Seminarkonzepts zur Förderung professioneller, mediendidaktischer und inklusionsbezogener Kompetenzen in der universitären Lehrpersonenbildung
- Evaluation des Seminarkonzepts (Fragebögen im Pretest-Posttest-Design zur Erfassung der mediendidaktischen Überzeugungen, Lerntagebücher zur Erfassung des Lernerlebens sowie des Lernfortschritts)
- Verknüpfung der verschiedenen Phasen der Lehrpersonenbildung durch die *winBooks* im Digitalen Bücherschrank

Unterrichtsqualitätsforschung

- Konzeptualisierung und Durchführung einer Videostudie zum Digital Storytelling im inklusiven Unterricht
 - Inhaltliche Partizipation von Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung
 - Beschreibung der individuellen kognitiven Aktivierung im inklusiven Unterricht
-

Im Folgenden werden in Abschn. 7.2 das Seminarkonzept zur Förderung der professionellen Kompetenzen von Studierenden in der universitären Lehrpersonenbildung und die damit einhergehende wissenschaftliche Begleitung thematisiert. Anschließend werden in Abschn. 7.3 das methodische Vorgehen und ausgewählte exemplarische Ergebnisse zu den differenziellen Effekten der Unterrichtsqualitätsforschung mit Fokus auf die individuelle kognitive Aktivierung und die inhaltliche Partizipation im Rahmen einer Videostudie erläutert. In Abschn. 7.4 werden am Ende des Beitrags drei verbindende Elemente der beiden Teilprojekte aufgegriffen.

7.2 Förderung professioneller Kompetenzen in der universitären Lehrpersonenbildung

7.2.1 Zielsetzung und Konzeption der Lehrveranstaltungen

Durch den normativ gesetzten Anspruch, allen Kindern in inklusiven Gruppen gemeinsame Lerngelegenheiten mit digitalen Medien zu ermöglichen, sind (angehende) Lehrpersonen vor eine Herausforderung in der (Mit-)Gestaltung des Unterrichts und des Schullebens gestellt. Um angehende Lehrpersonen auf diese Herausforderung vorzubereiten, wurde in Forschungsarbeiten des Teilprojekts eine *Modellierung der Lehrpersonenkompetenzen für Digitalität und Inklusion* entwickelt und darauf aufbauend ein *universitäres Lehrangebot* konzipiert (Warmdt

et al., 2023a, S. 5–8). In diesem Seminarangebot werden vier Kompetenzbereiche der Modellierung fokussiert (Warmdt et al., 2023a, S. 8–15): der 1) *fachliche*, 2) *diagnostische*, 3) *didaktische* und 4) *kooperative* Kompetenzbereich. Die Lehramtsstudierenden setzen sich mit dem unterrichtsdidaktischen Konzept des Digital Storytelling und dessen fachdidaktischer Verortung in der Deutschdidaktik (Mediendidaktik, Literaturdidaktik, Sprachdidaktik) auseinander (1 *fachlicher Kompetenzbereich*). Daran anschließend werden die verschiedenen schriftsprachlichen Entwicklungsstufen anhand des Analyseinstruments ILEA-T (Heger et al., 2015) und die heterogenen Lernausgangslagen des Lesen- und Schreibenlernens von Schüler:innen mit und ohne Schwerpunkt Geistige Entwicklung im inklusiven Erstleseunterricht thematisiert (2 *diagnostischer Kompetenzbereich*). Auf der Grundlage von Kriterien eines qualitativ hochwertigen, digitalen Bilderbuchs erstellen die Studierenden am iPad selbst ein *winBook* in der App Book Creator (3 *didaktischer Kompetenzbereich*). In dem Erstellungsprozess der *winBooks* arbeiten die Studierenden in interdisziplinär besetzten Kleingruppen zusammen, die aus mindestens einer angehenden Lehrperson für die Grundschule und einer angehenden Lehrperson für Sonderpädagogik besteht (4 *kooperativer Kompetenzbereich*).

Das mediendidaktisch-inklusionsbezogene Seminarangebot mit dem Titel „Individuelle Förderung im inklusiven Schriftspracherwerb durch digitale Medien – am Beispiel digitaler Bilderbücher“ richtet sich an Studierende des Lehramts an Grundschulen sowie des Lehramts für Sonderpädagogik und wird seit dem Sommersemester 2021 an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg in Kooperation des Lehrstuhls für Grundschulpädagogik und -didaktik sowie des Lehrstuhls für Pädagogik bei Geistiger Behinderung angeboten. Im Seminar erstellen die angehenden Lehrkräfte in interdisziplinär besetzten Kleingruppen am iPad ein *winBook* für Erstleser:innen (Kindermann et al., 2022a, S. 35). Kinder mit dem Schwerpunkt Geistige Entwicklung werden dabei besonders berücksichtigt. Das Seminar findet im DigiPäd, einem digital ausgestatteten Lehr-Lern-Labor der Universität Würzburg statt (Grafe et al., 2023, S. 157–158). Seminarteilnehmer:innen, die kein eigenes iPad zur Verfügung haben, können mit einem Leih-iPad, inklusive Pencil, arbeiten.

7.2.2 Wissenschaftliche Begleitung der universitären Lehrveranstaltung

Das Seminar wird wissenschaftlich begleitet. Teil 1 der Begleitstudie fokussiert die Veränderung der mediendidaktischen Überzeugungen der Seminarteilnehmer:innen durch das Seminarangebot (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2022;

Pohlmann-Rother & Kindermann, 2023). Die mediendidaktischen Überzeugungen als zentrale und handlungsrelevante Aspekte mediendidaktischer Kompetenz wurden mittels Fragebogen in einem Pretest-Posttest-Design ($N=99$) in drei Facetten erhoben (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2022, S. 441–442): 1) *Allgemeine mediendidaktische Überzeugungen*, 2) *Überzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Anfangsunterricht* und 3) *Überzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im inklusiven Unterricht*. Zudem wurden Studierende einer Vergleichsgruppe ($N=103$) befragt, die ein Seminar ohne digitale Ausrichtung besuchten. Die Ergebnisse zeigen einen Selektionseffekt: Das mediendidaktisch-inklusionsbezogene Seminarangebot wählen vor allem diejenigen Studierenden, die bereits vergleichsweise positiv ausgeprägte Überzeugungen zum Einsatz digitaler Medien zu Beginn der Schulzeit sowie in inklusiven Lehr-Lernkontexten haben (Pohlmann-Rother & Kindermann, 2023, S. 11–12). Alle drei Facetten der mediendidaktischen Überzeugungen können durch den Besuch des Seminars signifikant in eine positive Richtung verändert werden. Besonders groß sind die Veränderungen bei denjenigen Studierenden, die dem Einsatz digitaler Medien zu Seminarbeginn vergleichsweise zurückhaltend gegenüberstanden (Pohlmann-Rother & Kindermann, 2023, S. 13–14).

Teil 2 der Begleitstudie orientiert sich am Modell zum Fortbildungserfolg nach Kirkpatrick (1998) und fragt danach, wie die angehenden Lehrpersonen die Entwicklung des digitalen Bilderbuchs erleben (*Reaction*), welchen Lernfortschritt sie für sich selbst feststellen (*Learning*) und inwieweit sie sich den Einsatz von digitalen Bilderbüchern in ihrer späteren Unterrichtspraxis vorstellen können (*Behaviour*) (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2023). Die Datenerhebung erfolgt seminarbegleitend durch ein Lerntagebuch, in dem die Seminarteilnehmer:innen angeregt durch Impulsfragen sowohl während bzw. unmittelbar nach der Arbeit am Bilderbuch als auch nach dem Ende der Seminarsequenz ihre Eindrücke festhalten. Für die Analyse der Lerntagebücher ($N=115$) wurde die inhaltlich-strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) genutzt. Als *Reaction* äußern die Seminarteilnehmer:innen beim Umgang mit dem iPad teilweise fehlende Vorerfahrungen und daraus resultierende Probleme, sei es eine innere Hemmschwelle oder aber technische Hürden und Schwierigkeiten. Als entlastend erleben sie dabei die Kooperation in der Kleingruppe. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit bewerten sie grundsätzlich als äußerst positiv und schätzen dabei besonders die Kooperation zwischen den Schulformen (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2023, S. 12–14). Mit Blick auf den durch das Seminar hervorgerufenen Lernerfolg (*Learning*) heben die Studierenden vor allem die vielfältigen Differenzierungsmöglichkeiten digitaler Bilderbücher für einen inklusiven Anfangsunterricht hervor (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2023, S. 14–15). Bei

der Frage nach dem zukünftigen Einsatz digitaler Bilderbücher in ihrem eigenen Unterricht (*Behaviour*) zeigen die Studierenden eine grundsätzlich positive Motivation, die sie mit einer gewachsenen Sicherheit im Umgang mit dem iPad begründen (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2023, S. 15–16).

7.2.3 Nachhaltigkeit der universitären Lehrveranstaltung: Digitaler Bücherschrank (*winBooks*)

In den Lehrveranstaltungen (s. Abschn. 7.2.1) wird fachlich und wissenschaftlich einschlägiges Unterrichtsmaterial entwickelt, das Lehrpersonen als Unterstützung für die Unterrichtsgestaltung dienen soll. Studierende konzipieren in den Lehrveranstaltungen sogenannte *winBooks* (*winBook* – Würzburger *eBook* für inklusiven Unterricht). Die *winBooks* finden über den Digitalen Bücherschrank Eingang in die Unterrichtspraxis und stehen dort allen Interessierten kostenlos zum Download zur Verfügung: <https://www.paedagogik.uni-wuerzburg.de/grundschulpaedagogik/digitaler-buecherschrank/>



Zur Nutzung des Digitalen Bücherschranks sowie zum Einsatz der *winBooks* im inklusiven Anfangsunterricht werden Fortbildungen angeboten, die sich sowohl an berufstätige Lehrpersonen als auch an angehende Lehrpersonen in der zweiten Qualifizierungsphase richten. Im Rahmen der Fortbildungen werden die grundlegenden Gestaltungsmerkmale der *winBooks* und ihre Bedeutung für digital-inklusive Unterricht erläutert (Frisch et al., 2023, i. D.; Kindermann et al., 2022b): *inhaltliche Gestaltung*, *sprachliche Gestaltung*, *grafische Gestaltung* sowie *interaktive Gestaltung*. Da der größte Unterschied zwischen digitalen und analogen Bilderbüchern in den interaktiven Gestaltungsmöglichkeiten liegt, wird im Folgenden auf diesen Aspekt eingegangen. Das Einfügen von Hyperlinks, Animationen oder Audiospuren kann die Aktivität der Schüler:innen anregen. Zudem bieten einige *winBooks* den Leser:innen die Möglichkeit, den Ablauf einer Geschichte und damit auch den Umfang individuell zu wählen. Abb. 7.2 zeigt die



Abb. 7.2 Zwei Beispielseiten aus dem *winBook* „Mein Tag im Zoo“ von Anne Heid und Johanna Beck. (Eigene Darstellung)

Navigationsseite im *winBook* „Mein Tag im Zoo“, von der aus die Leseseiten zu einzelnen Stationen im Zoo und am Ende der Ausgang angesteuert werden können.

7.3 Digitale Bilderbücher und ihr Potenzial für einen qualitätsvollen inklusiven Grundschulunterricht

Aufbauend auf der universitären Auseinandersetzung mit innovativen Konzepten zur Unterrichtsgestaltung in einer Kultur der Digitalität und mit dem Anspruch, Lernenden in inklusiven Gruppen gemeinsame Lerngelegenheiten zu ermöglichen, wurde zur Erforschung der differenziellen Effekte der Unterrichtsqualität eine Projektwoche zum Digital Storytelling entwickelt. Ziel ist die Erprobung und Evaluierung, inwieweit Lehr- und Lernsituationen mit digitalen Bilderbüchern Potenzial für einen individuell kognitiv aktivierenden, inklusiven Grundschulunterricht bieten und inwiefern Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung an diesem inhaltlich partizipieren. Im Folgenden wird zunächst auf die Anlage der Videostudie und das methodische Vorgehen eingegangen (s. Abschn. 7.3.1), um anschließend expliziter auf die beiden Schwerpunkte individuelle kognitive Aktivierung (s. Abschn. 7.3.2) und inhaltliche Partizipation (s. Abschn. 7.3.3) überzuleiten.

7.3.1 Anlage der Videostudie und methodisches Vorgehen

In einem iterativen Prozess und im Zusammenspiel aus Unterrichtspraxis und Forschung wurde die Projektwoche zum „Digital Storytelling mit Hund Milo“ (Warmdt & Frisch, 2023) konzipiert. Zielgruppe sind erste und zweite inklusive Klassen, in denen Grundschüler:innen und Schüler:innen des Schwerpunkts Geistige Entwicklung gemeinsam unterrichtet werden. Im Rahmen der Projektwoche werden die Schüler:innen in multimodale Erzählmöglichkeiten der App Book Creator eingeführt (Tag eins und zwei), mit denen sie anschließend digital eine Geschichte weitererzählen können (Tag drei und vier). Am fünften Projekttag stellen die Schüler:innen ihre multimodalen Arbeitsergebnisse zum Fortverlauf der Geschichte vor (Warmdt et al., 2023c, S. 21). Die fünf Bilderbuchkapitel mit Zusatzmaterialien sind in Abb. 7.3 zu sehen und stehen als kostenloser Download zur Verfügung: <https://doi.org/10.25972/OPUS-30222>



Die Stichprobe der Studie zum „Digital Storytelling mit Hund Milo“ umfasst *acht inklusive Klassen* mit Grundschüler:innen und Schüler:innen des Schwerpunkts Geistige Entwicklung. Die Rolle der Lehrperson für die Grundschule bzw. Lehrperson für Sonderpädagogik bezieht sich an den jeweiligen Projekttagen auf die Gestaltung des Unterrichtssettings auf der Grundlage eines vorgegebenen Skripts. Schwerpunkt der ersten vier Unterrichtsstunden ist eine inklusive Kleingruppenarbeit zum „Digital Storytelling mit Hund Milo“ (Warmdt & Frisch, 2023), in der die Schüler:innen zu zweit oder dritt arbeiten.

Die Lehrpersonen und Schüler:innen wurden in der Projektwoche aus *drei Perspektiven* videografiert: 1) Die Handlungen der Schüler:innen am iPad werden mithilfe eines Screencasts dokumentiert. 2) Sechs Camcorder fokussieren die Kleingruppen. 3) Zusätzlich zeigen drei Aufnahmegерäte mit Weitwinkelkamera das gesamte Klassengeschehen. Die Gespräche der Schüler:innen und Lehrpersonen werden über die iPad-Bildschirme sowie die Richtmikrofone an den Grup-



Abb. 7.3 Unterrichtsmaterialien zur Projektwoche „Digital Storytelling mit Hund Milo“. (Eigene Darstellung)

penkamas erfasst. Die erhobenen Daten umfassen außerdem die Arbeitsergebnisse der Schüler:innen sowie eine schriftliche Befragung zu Hintergrundvariablen der Lernenden und Lehrpersonen.

Aus der Erhebung resultieren Videos von 18 inklusiven Kleingruppen (18 Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung und 20 Grundschüler:innen), die die Interaktionen der Erst- und Zweitklässler:innen untereinander und mit den Lehrpersonen beim Arbeiten zum Digital Storytelling zeigen. Aufgrund der großen Anzahl an komplexen Videodaten stellt das *Aufbereiten* dieser eine essenzielle Aufgabe und Grundlage zur Auswertung dar, die zeitintensiv ist (Seidel et al., 2003, S. 77). Fokus in der Aufbereitung der Videodaten ist eine Unterrichtsphase am vierten Projekttag, in der die Schüler:innen in inklusiver Kleingruppenarbeit die digitale Geschichte zu Hund Milo mit Geschriebenem, Getipptem, eingefügten Bildern, Fotos, Videos und Audios weitererzählen. In der Aufbereitung der Videodaten werden alle drei Perspektiven (iPad, Kleingruppe, Klasse) zu dieser spezifischen Unterrichtsphase berücksichtigt. Die Videodaten wurden in dem Programm DaVinci Resolve zusammengefügt, synchronisiert, zugeschnitten, pseudonymisiert sowie in der Audioqualität verbessert. Die *Verbaltranskription* der Äußerungen in den inklusiven

Kleingruppen erfolgte mit der Software INTERACT. Die Verbaltranskription dient als Unterstützung im Auswertungsprozess, bei dem ebenfalls die Videodaten einbezogen werden. Auch für die Auswertung der Videodaten wurde die Software INTERACT genutzt. Dabei werden zwei Aspekte in den Blick genommen, die im Folgenden erläutert werden: die individuelle kognitive Aktivierung und die inhaltliche Partizipation von Schüler:innen des Schwerpunkts Geistige Entwicklung.

7.3.2 Individuelle kognitive Aktivierung im inklusiven Unterricht

In einem kognitiv aktivierenden Unterricht ist es das Ziel, dass alle Lernenden entsprechend ihren individuellen Lernvoraussetzungen zur Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Aufgaben angeregt werden, die Verstehen und Schlussfolgern fördern (Grünkorn & Klieme, 2020, S. 6). Gerade in einem inklusiven Unterricht mit einer großen Heterogenität an Lernvoraussetzungen (Ratz & Selmayr, 2021, S. 129–132) ist zu erwarten, dass das digitale Unterrichtsmaterial bzw. Handlungen der Lehrperson und Mitschüler:innen von einzelnen Schüler:innen unterschiedlich kognitiv aktivierend erlebt werden (Rieser & Decristan, 2023, S. 2). Es kann folglich bei gleichem Potenzial zur kognitiven Aktivierung von einer unterschiedlichen individuellen kognitiven Aktivierung für einzelne Schüler:innen ausgegangen werden (Rieser & Decristan, 2023, S. 2). Obwohl Forschungen und Publikationen zum inklusiven (Bohl, 2017) und digital gestützten Unterricht (Quast et al., 2021) Bezug auf die (individuelle) kognitive Aktivierung nehmen, stehen Forschungen mit Blick auf die differenziellen Effekte der kognitiven Aktivierung bislang weitgehend aus (Begrich et al., 2023, S. 72).

Ziel der Arbeit ist es, individuell kognitiv aktivierende Lehr- und Lernsituationen im inklusiv-digitalen Unterricht zu beschreiben, die von Impulsen der Lehrperson und der Mitschüler:innen, aber auch von Potenzialen des Lehr- und Lernmaterials ausgehen können (Vieluf et al., 2020, S. 75). Für die Arbeit ist folgende übergeordnete Forschungsfrage wegweisend: Welche individuell kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernsituationen zeigen sich beim Digital Storytelling im inklusiven Unterricht?

Zur Beantwortung dieser übergeordneten Forschungsfrage wurden die Videodaten zum Digital Storytelling im inklusiven Unterricht erhoben, aufbereitet und verbal transkribiert (s. Abschn. 7.3.1). Die Auswertung der Videodaten und Verbaltranskripte erfolgte inhaltlich-strukturierend mit der qualitativen Inhaltsanalyse, wodurch deduktiv-induktiv ein Kategoriensystem entwickelt wurde (Kuckartz & Rädiker, 2022). Dem Konstrukt der individuellen kognitiven Aktivierung fol-

gend wird von einem Event-Sampling pro Schüler:in ausgegangen, bei dem eine Kodierung von dem Impuls zur individuellen kognitiven Aktivierung (Material, Lehrperson, Mitschüler:in) bis hin zur Reaktion gesetzt wird. Die einzelnen Kategorien wurden durch konsensuelles Kodieren mit Beschreibungen, Ankerbeispielen, Kodierregeln und Abgrenzungsregeln spezifiziert. In dem qualitativen Auswertungsprozess wurde iterativ und zirkulär vorgegangen.

Aus den Analysen ergeben sich acht Oberkategorien zur individuellen kognitiven Aktivierung beim Digital Storytelling im inklusiven Unterricht, die teilweise bis zur vierten Unterebene ausdifferenziert sind. Eine exemplarische Oberkategorie stellt die „Entwicklung einer eigenen literarischen Idee“ zum Fortverlauf der Vorgeschichte dar, zu der entweder nachgedacht oder die schrift-/ verbalsprachlich formuliert bzw. mithilfe von enaktiven Figuren entwickelt wird. In der Arbeitsphase zum Digital Storytelling wird von den Schüler:innen in der Summe 130 Mal eine eigene Idee generiert. Schüler:innen entwickeln mehr als dreimal so häufig eine Idee mithilfe der enaktiven Figuren ($n = 84$) als eine eigene Idee schrift-/ verbalsprachlich zu formulieren ($n = 24$) bzw. darüber nachzudenken ($n = 22$). Dabei beteiligen sich sowohl Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung als auch Grundschüler:innen an der Entwicklung einer eigenen Idee, wobei innerhalb der Schüler:innengruppen eine große Heterogenität erkennbar ist. Während beispielsweise sieben Erst- und Zweitklässler:innen keine Ideen entwickeln, generiert ein Schüler mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung 19 Ideen zum Fortverlauf der Geschichte. Ideen zum Fortverlauf der Geschichte sind: „Beibringen einer/der Fähigkeit(en)“, „Freundschaft“, „Gemeinsames/Alleiniges Spiel“, „Fokussieren auf eigene Stärken“, „Trost“, „Beschenken“, „Gespräch“, „Körperliche Grundbedürfnisse“, „Fortbewegung“, „Rivalität“, „Ordnen von Gegenständen“ und „Wettereinfluss“.

7.3.3 Inhaltliche Partizipation von Schüler:innen des Schwerpunkts Geistige Entwicklung

Die Videodaten zur inklusiven Kleingruppenarbeit werden mit Fokus auf die Partizipation der Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung am Digital Storytelling ausgewertet. Partizipation wird im Inklusionsdiskurs als Grundbedingung für Inklusion (Schwab, 2018, S. 239) und als Grundlage für alle weiteren Diskussionen über Unterrichtsqualität (Heimlich, 2018, S. 18) gesehen. Im Folgenden wird insbesondere die inhaltliche Dimension von Partizipation fokussiert

und damit die erfolgreiche Teilhabe aller Kinder am Unterricht, unabhängig von ihren individuellen Lernvoraussetzungen (Hellmich & Blumberg, 2017, S. 7). Es geht hier also um die Partizipation am gemeinsamen Gegenstand, dem Digital Storytelling. Für Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung werden bezüglich der Partizipation besonders große Barrieren berichtet (Hellmich et al., 2017, S. 99). Vor allem die heterogenen Lernausgangslagen im Schwerpunkt Geistige Entwicklung (Ratz & Selmayr, 2021) erscheinen problematisch, da ein Zusammenhang zwischen geringer Schüler:innenleistung und Ausgrenzung besteht (Huber & Wilbert, 2012). In dieser Arbeit liegt der Fokus deshalb darauf, inwiefern Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung an medialen und literarischen Aspekten des Digital Storytelling partizipieren.

Es wird angenommen, dass der unterrichtliche Einsatz des iPads durch die Aspekte Multimodalität, Interaktivität und Adaptivität Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung Partizipationschancen auf inhaltlicher Ebene eröffnet (Böttinger, 2023, S. 159–162). Voraussetzung dafür ist, dass Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung überhaupt Zugriff auf das iPad als Lernressource haben. Diese Partizipation an medialen Aspekten des Digital Storytelling soll mit Fokus auf die Unterschiede in der Dauer der Nutzung des iPads als zentrale Ressource für das Digital Storytelling bei Schüler:innen mit und ohne Schwerpunkt Geistige Entwicklung in den Blick genommen werden. In einer inklusiven Kleingruppe zeigt sich hier beispielsweise eine große Diskrepanz zwischen den Werten für Grundschüler:innen und Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung in der Arbeitsphase zum Digital Storytelling: Während der Grundschüler in dieser Kleingruppe 53% der Arbeitszeit die Hand am iPad hat, sind es bei seinem Mitschüler mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung 16 % der Arbeitszeit. Diese Analysen werden im Rahmen der Arbeit für alle inklusiven Zweiergruppen konkretisiert.

Die Analysen zur Partizipation an literarischen Aspekten basieren auf zwei Kategorien aus dem Kategoriensystem zur individuellen kognitiven Aktivierung, unter anderem auf der Kategorie „Entwicklung einer eigenen literarischen Idee“. Darauf aufbauend wird der Frage nachgegangen, inwiefern literarische Ideen und Produktionen der Schüler:innen mit Schwerpunkt Geistige Entwicklung von den Partner:innen ohne sonderpädagogischen Schwerpunkt aufgenommen werden und ob diese im Endprodukt des Digital Storytelling sichtbar sind. Auch hier deuten erste Analysen auf eine große Diskrepanz zwischen Schüler:innen mit und ohne sonderpädagogischen Schwerpunkt Geistige Entwicklung hin.

7.4 Fazit und Ausblick

In dem vorliegenden Teilprojekt wurde eine Lehrveranstaltung zur Förderung professioneller Kompetenz für Digitalität und Inklusion konzipiert, durchgeführt und wissenschaftlich begleitet, in der Studierende Unterrichtsmaterialien in Form der *winBooks* (Würzburger eBooks für inklusiven Unterricht) konzipieren (s. Abschn. 7.2). Die Nachhaltigkeit des universitär entwickelten Unterrichtsmaterials wird sichergestellt, indem die *winBooks* zum kostenlosen Download für Lehrpersonen in der Unterrichtspraxis zur Verfügung gestellt werden. Zur Erprobung und Weiterentwicklung des in den Lehrveranstaltungen entwickelten Materials mit seinem Potenzial für qualitätsvollen Unterricht wurde eine Videostudie in inklusiven Grundschulklassen durchgeführt, die Schüler:innen mit und ohne Schwerpunkt Geistige Entwicklung besuchten. Dabei liegt der Fokus der Videostudie auf den differenziellen Effekten der Unterrichtsqualität einerseits mit Blick auf die individuelle kognitive Aktivierung sowie andererseits auf die inhaltliche Partizipation (s. Abschn. 7.3).

Die Forschungsarbeiten in dem Teilprojekt zielen auf drei innovative Verschränkungen: (1) die Verknüpfung von Universität und Unterrichtspraxis, (2) die Verschränkung verschiedener Phasen in der Lehrpersonenbildung sowie (3) die intensive Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und -didaktik sowie dem Lehrstuhl für Pädagogik bei Geistiger Behinderung. Diese drei Verknüpfungen des Teilprojekts werden im Folgenden expliziter erläutert.

(1) *Verschränkung von Universität und Unterrichtspraxis*: Aufbauend auf der universitären Auseinandersetzung mit Konzepten zur Unterrichtsgestaltung in einer Kultur der Digitalität und im Zuge inklusiver Schulbemühungen wurde eine Videostudie zu differenziellen Effekten in der Unterrichtsqualitätsforschung konzeptualisiert und durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse der Videostudie wird wiederum das (universitäre) Seminarkonzept kontinuierlich adaptiert und inhaltlich erweitert. Darüber hinaus finden die *winBooks* als Arbeitsergebnisse der Studierenden aus den Lehrveranstaltungen sowie die Projektwoche der Videostudie zum „Digital Storytelling mit Hund Milo“ durch den Digitalen Bücherschrank Eingang in die Unterrichtspraxis, wodurch Universität und Unterrichtspraxis auf innovative Art und Weise miteinander verknüpft werden.

(2) *Verknüpfung verschiedener Phasen in der Lehrpersonenbildung*: Die universitäre Lehrveranstaltung ist für Lehramtsstudierende in der ersten Phase der Lehrpersonenbildung konzipiert – mit dem Ziel, die mediendidaktischen und inklusionsbezogenen Kompetenzen der Studierenden in der prozesshaften Erstellung der *winBooks* zu fördern. Die für den Einsatz der *winBooks* aus dem Digitalen Bücherschrank konzipierten Fortbildungen richten sich an Lehrpersonen in der Unter-

richtspraxis und Lehramtsanwärter:innen in der zweiten Qualifikationsphase. Die Anregungen und Ideen aus den Fortbildungen finden Eingang in die Gestaltung der universitären Lehrveranstaltungen. Dadurch wird in dem Teilprojekt eine Lehrpersonenbildung auf allen drei Ebenen forciert und miteinander verschränkt.

(3) *Interdisziplinäre Zusammenarbeit der Grundschulpädagogik und -didaktik sowie Pädagogik bei Geistiger Behinderung*: Die Forschungen in der Lehrpersonenbildung wie auch die zur Unterrichtsqualität basieren auf einer intensiven, interdisziplinären Zusammenarbeit der Grundschulpädagogik und -didaktik sowie Pädagogik bei Geistiger Behinderung. Grundlage für die Konzeption des Seminars ist die enge Kooperation von Lehrenden aus der Grundschulpädagogik und -didaktik sowie der Pädagogik bei Geistiger Behinderung. Gleichzeitig werden im Seminar durch die interdisziplinäre Besetzung der Kleingruppen Synergieeffekte unterschiedlicher Studiengänge genutzt. Schließlich werden in der Videostudie zu differenziellen Effekten der Unterrichtsqualitätsforschung mit der individuellen kognitiven Aktivierung sowie der inhaltlichen Partizipation eine genuin (grund-)schulpädagogische sowie eine genuin sonderpädagogische Fragestellung innerhalb eines Forschungsprojekts verbunden.

Literatur

- Begrich, L., Praetorius, A.-K., Decristan, J., Fauth, B., Göllner, R., Herrmann, C., et al. (2023). Was tun? Perspektiven für eine Unterrichtsqualitätsforschung der Zukunft. *Unterrichtswissenschaft*, 51(1), 63–97.
- Bohl, T. (2017). Umgang mit Heterogenität im Unterricht: Forschungsbefunde und didaktische Implikationen. In T. Bohl, J. Budde, & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht. Grundlagentheoretische Beiträge, empirische Befunde und didaktische Reflexionen* (S. 257–273). Julius Klinkhardt.
- Böttinger, T. (2023). Inklusion in der Digitalität. Herausforderungen und Lösungsansätze. In T. Irion, M. Peschel, & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (S. 157–174). Grundschulverband.
- Frisch, H., Warmdt, J., Kindermann, K., Pohlmann-Rother, S., & Ratz, C. (im Druck). Die digitalen winBooks im inklusiven Anfangsunterricht. Ein Angebot zur Leseförderung. In J. Knopf, E. Wagner, & U. Abraham (Hrsg.), *Schriftspracherwerb und Digitalisierung. Bd. 2 Praxis*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Frisch, H., Warmdt, J., Kindermann, K., Pohlmann-Rother, S., & Ratz, C. (2023). WinBooks. Würzburger eBooks für inklusiven Unterricht. *Fördermagazin Grundschule*, 4, 36–37.
- Grafe, S., Trefzger, T., Eisenmann, M., Siller, H.-S., Dreßler, J., Hennecke, M., et al. (2023). DigiLLabs@JMU an der Professional School of Education der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. In M. Meier, G. Greefrath, M. Hammann, R. Wodzinski, & K. Ziepprecht (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung* (S. 155–159). Springer VS.

- Grünkorn, J., & Klieme, E. (2020). Die TALIS-Videostudie Deutschland. In J. Grünkorn, K. Eckhard, A.-K. Praetorius, & P. Schreyer (Hrsg.), *Mathematikunterricht im internationalen Vergleich. Ergebnisse aus der TALIS-Videostudie Deutschland* (S. 3–7). DIPF.
- Heger, B., Liebers, K., & Prengel, A. (2015). Pädagogische Diagnostik für Kinder auf dem Weg zur Schrift. In U. Geiling, K. Liebers, & A. Prengel (Hrsg.), *Handbuch ILEA T. Individuelle Lern-Entwicklungs-Analyse im Übergang* (S. 39–62). Martin-Luther Universität.
- Heimlich, U. (2018). Inklusion und Qualität in Schulen – die Qualitätsskala zur inklusiven Schulentwicklung (QU!S). In F. Hellmich, G. Görel, & M. F. Löper (Hrsg.), *Inklusive Schul- und Unterrichtsentwicklung. Vom Anspruch zur erfolgreichen Umsetzung* (S. 13–25). Kohlhammer.
- Hellmich, F., & Blumberg, E. (2017). Vorwort. In F. Hellmich & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (S. 7–11). Kohlhammer.
- Hellmich, F., Löper, M. F., Görel, G., & Pfahl, R. (2017). Einstellungen von Kindern gegenüber Peers mit sonderpädagogischem Förderbedarf als Bedingungen der sozialen Partizipation im inklusiven Unterricht der Grundschule. In F. Hellmich & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (S. 98–124). Kohlhammer.
- Huber, C., & Wilbert, J. (2012). Soziale Ausgrenzung von Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf und niedrigen Schulleistungen im gemeinsamen Unterricht. *Empirische Sonderpädagogik*, 4(2), 147–165.
- Kamin, A.-M. (2020). Digitale Bildung unter der Perspektive von Inklusion. Inklusives Medienbildung. *Friedrich Jahresheft*, 38, 90–92.
- Kindermann, K., & Pohlmann-Rother, S. (2022). Unterricht mit digitalen Medien?! Mit welchen Überzeugungen und motivationalen Orientierungen zum unterrichtlichen Einsatz von Tablets starten Studierende ins Lehramtsstudium? *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 15(2). <https://doi.org/10.1007/s42278-022-00145-y>. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Kindermann, K., & Pohlmann-Rother, S. (2023). Digitale Bilderbücher als differenzierendes Aufgabenformat für inklusiven Grundschulunterricht. *Qualifizierung für Inklusion*, 5(1). <https://doi.org/10.21248/qfi.92>. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Kindermann, K., Warmdt, J., Frisch, H., Pohlmann-Rother, S., & Ratz, C. (2022a). Lehramtsstudierende entwickeln digitale Bilderbücher für den inklusiven Anfangsunterricht. *Grundschule aktuell*, 157, 34–37.
- Kindermann, K., Frisch, H., Warmdt, J., Pohlmann-Rother, S., & Ratz, C. (2022b). Die winBooks im Digitalen Bücherschrank. Ein digitales Angebot für den inklusiven Anfangsunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 335, 29–32.
- Kirkpatrick, D. L. (1998). The four levels of evaluation. In S. M. Brown & C. J. Seidner (Hrsg.), *Evaluating corporate training: models and issues (Evaluation in Education and Human Services, Bd. 46)* (S. 95–112). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4850-4_5. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundagentexte Methoden*. Beltz Juventa.
- Pohlmann-Rother, S., & Kindermann, K. (2023). Wer besucht ein mediendidaktisches Seminar und wer profitiert davon? Ergebnisse einer wissenschaftlichen Begleitstudie zu den mediendidaktischen Überzeugungen von Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift für*

- Medienpädagogik*, 53. <https://doi.org/10.21240/mpaed/53/2023.06.10.X>. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Quast, J., Rubach, C., & Lazarides, R. (2021). Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbst einschätzungen und Wertüberzeugungen. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 11, 309–341.
- Ratz, C., & Selmayr, A.-M. (2021). Schriftsprachliche Kompetenzen. In D. Baumann, W. Dworschak, M. Kroschewski, C. Ratz, A.-M. Selmayr, & M. Wagner (Hrsg.), *Schüler-schaft mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung II (SFG II)* (Bd. 42, S. 117–134). Athena wbv.
- Rieser, S., & Decristan, J. (2023). Kognitive Aktivierung in Befragungen von Schülerinnen und Schülern. Unterscheidung zwischen dem Potential zur kognitiven Aktivierung und der individuellen kognitiven Aktivierung. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, (0), 1–15. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000359> Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Schüller, L., Bulizek, B., & Fiedler, M. (2021). *Digitale Medien und Inklusion im Deutschunterricht. Grundlagen und Hilfen zur Planung und Vorbereitung*. Waxmann; UTB.
- Schwab, S. (2018). Soziale Partizipation von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf. In K. Rathmann & K. Hurrelmann (Hrsg.), *Leistung und Wohlbefinden in der Schule: Herausforderung Inklusion* (1. Aufl., S. 238–255). Juventa.
- Seidel, T., Kobarg, M., & Rimmel, R. (2003). Aufbereitung der Videodaten. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit, & M. Lehrke (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht“* (S. 77–98). BIQUA.
- Syring, M., Bohl, T., & Lachner, A. (2022). Digitalisierung in der Schule: Vorschlag eines systematisierenden Rahmenmodells aus schulpädagogischer Perspektive. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 12(3), 615–630.
- Vieluf, S., Praetorius, A.-K., Rakoczy, K., Kleinknecht, M., & Pietsch, M. (2020). Angebots-Nutzungs-Modelle der Wirkweise des Unterrichts. Ein kritischer Vergleich verschiedener Modellvarianten. In A.-K. Praetorius, J. Grünkorn, & E. Klieme (Hrsg.), *Empirische Forschung zu Unterrichtsqualität. Theoretische Grundfragen und quantitative Modellierungen* (Zeitschrift für Pädagogik Beiheft, 66. Beiheft (April 2020), 1. Aufl., S. 63–80). Beltz Juventa.
- Warmdt, J., & Frisch, H. (2023). *Digital Storytelling mit Hund Milo. Eine Geschichte im inklusiven Anfangsunterricht am iPad lesen und weitererzählen* (2. Aufl.). <https://doi.org/10.25972/OPUS-30222>. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Warmdt, J., Frisch, H., Kindermann, K., Pohlmann-Rother, S. & Ratz, C. (2023a). Professionalisierung von Lehrkräften für Digitalität und Inklusion. *Qualifizierung für Inklusion*, 5(2). <https://doi.org/10.21248/qfi.110>. Zugegriffen: 12. Jan. 2024.
- Warmdt, J., Frisch, H., Ratz, C., & Pohlmann-Rother, S. (2023b). Inklusiver Deutschunterricht. Eine Projektwoche zum „Digital Storytelling mit Hund Milo“. *Lernen konkret*, 4, 26–29.
- Warmdt, J., Frisch, H., Ratz, C., & Pohlmann-Rother, S. (2023c). Digital lesen und erzählen. Eine Projektwoche für den inklusiven Anfangsunterricht. *Fördermagazin Grundschule*, 3, 19–23.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Segen Interaktiv: die Interdisziplinäre Entwicklung Eines Außerschulischen Lernortes zu Interreligiösen Segensräumen

8

Ilona Nord, Sara Wolf, Simon Luthé, Jörn Hurtienne und Leon Schleier

8.1 Einleitung

Im Rahmen der Frage nach Bildung in einer digitalen Welt ist es für die Religionspädagogik möglich, verschiedene Herangehensweisen zu erproben: Erstens ist die Didaktik des Religionsunterrichts (RU) herausgefordert, Implementierungsmöglichkeiten digitaler Kommunikation zu entwickeln und zu reflektieren, mit anderen Worten geht es dann um religiöses Lernen mit digitalen Medien:

I. Nord (✉) · S. Luthé · L. Schleier

Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, Lehrstuhl für Evangelische Theologie II (Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: ilona.nord@uni-wuerzburg.de

S. Luthé

E-Mail: simon.luthe@uni-wuerzburg.de

L. Schleier

E-Mail: leon.schleier@uni-wuerzburg.de

S. Wolf · J. Hurtienne

Institut Mensch-Computer-Medien, Lehrstuhl für Psychologische Ergonomie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland

E-Mail: sara.wolf@uni-wuerzburg.de

J. Hurtienne

E-Mail: joern.hurtienne@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_8

121

Tablets im RU und anderes mehr (vgl. Nord & Petzke, 2023). Zweitens ist es aus religionspädagogischer und dabei fachwissenschaftlicher Perspektive unverzichtbar, ein Lernen über digitale Medien und Kulturen auch im RU zu fördern. Dabei geht es einerseits z. B. um Themen wie Hate Speech oder eine Förderung von Datenschutzkompetenzen aufgrund von anthropologischen Reflexionen z. B. zur Unverrechenbarkeit menschlicher Würde und dem Schutz der Privatsphäre. Aber nicht zuletzt auch die aktuelle Debatte über Künstliche Intelligenz und Transhumanismus zeigt eine weitere wichtige ethische Dimension religiösen Lernens: Religionsanaloge Dimensionen der Deutung digitaler Medien werden sichtbar und werfen Fragen nach einer zukunftsfähigen Beschreibung der Funktion von Religion(en) auf: Medien scheinen die funktionale Bedeutung von Religion(en) zumindest teilweise abzulösen oder zu ersetzen. Zusammenfassend und weiterführend gesagt: Mit und über digitale Medien im RU zu lernen, dies wäre für den RU der Zukunft zu wenig. Will der RU tatsächlich etwas zu einer zukunftsfähigen Bildung in der Schule beitragen, geht es um mehr: einerseits um eine schulische Bildung, die sich die Erschließung von Religion in einer Welt, die von digitalen Kulturen geprägt ist, zur Aufgabe macht. Immer mehr Schüler:innen wachsen ohne eine für sie explizit erfahrbare religiöse Sozialisation auf. Andererseits geht es um eine aktive Gestaltung von digitalen Medien aus der Perspektive von Religion(en). Damit kommt ein Lehr- und Lernprozess in den Fokus des RU, der im englischen Sprachraum mit „Religion shapes social Technology“ (RSST, vgl. Campbell, 2013) beschrieben wird. RU wird in diesem Sinne als religions- und zugleich medienproduktiver Unterricht verstanden. Er wurde dabei zu einem paradigmatischen Lernort religiöser Bildung: Tradition und Innovation christlicher Religionspraxis sowie ihre Reflexion werden in einem fortwährenden Entwicklungsprozess gehalten. Religion ist kein erratischer Block, dessen Konditionen in der Schule sozusagen erlernt werden müssten. Religionen sind existentiell bedeutsame Symbol- und Sinnsysteme, die sich im permanenten Wandel befinden, weil sie Teil von Kulturen sind und insofern auch am Wandel dieser stets partizipieren. Exemplarisch gesprochen lässt sich sagen: Das, was wir mit dem Begriff Christentum meinen, ist eine Abstraktion von weitverzweigten, in vielen Kulturen beheimateten Religionspraxen, die selbstverständlich an der zunehmenden Digitalität dieser partizipieren. Religiöse Bildung heißt Erschließungsprozesse von Religionskulturen und ihren Bedeutungen anzubahnen und traditionsreiche Muster religiöser Praxis und ihrer Reflexion in der Theologie und Religionspädagogik innovativ zu verstehen: wo dies gelingt, setzt ein Prozess ein, der eine didaktische Tiefenstruktur erreicht, indem Inhalt und Form, Fachwissenschaft und Fachdidaktik sich miteinander fortentwickeln.

Das Projekt *CoTeach* (Connected Teacher Education) eröffnete soweit zu sehen ist bundesweit erstmals die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen einer Fachwissenschaft und Fachdidaktik, konkret der Religionspädagogik und der Didaktik des Evangelischen RUs, mit der Disziplin der Technik gestaltenden Human–Computer Interaction (HCI). *CoTeach* ermöglichte der Religionspädagogik darüber hinaus im Rahmen der Zusammenarbeit mit weiteren Fachdidaktiken und Fachwissenschaften sowie den Erziehungswissenschaften die Identifizierung von Querschnittsdimensionen für die Religionspädagogik, wie etwa die Bedeutung der Haltung von Lehrpersonen zur Nutzung von digitalen Medien im Unterricht.

Dieser Beitrag stellt den Prozess der interdisziplinären Arbeit am Projekt „Segen interaktiv“ dar (s. Abschn. 8.2), sodann wird das kreative Format der Ergebnisdarstellung und Evaluierung im Rahmen einer Ausstellung an einem außerschulischen Lernort beschrieben (s. Abschn. 8.3). Es folgt die Diskussion der Ergebnisse (s. Abschn. 8.4).

8.2 Fachwissenschaftliche Ziele und Prozessbeschreibung

Das Team des Forschungsprojekts nutzt die disziplinären Kompetenzen der Evangelischen Theologie und der HCI: Ziel der Theologie war es hierbei, anknüpfend an *Digital Religion* Diskurse (Schlag & Nord, 2021; Campbell, 2013), die Praxis des RUs in einer digitalen Kultur aus der Perspektive der HCI, unter anderem mit dem *Research Through Design* Ansatz (Zimmerman et al., 2007), neu zu denken: Welche Veränderungen in den Interaktionen unter Schüler:innen und zwischen Schüler:innen und Lehrpersonen ergeben sich, wenn kontextspezifisch für den RU produzierte digitale Installationen eingesetzt werden? Wie kann eine niedrigschwellige Technikintegration in den RU gelingen, der nicht nur Schüler:innen, sondern insbesondere auch Lehrpersonen eine positive Erfahrung ermöglicht? Denn: Der Einsatz digitaler Medien hängt maßgeblich von der Haltung der Lehrpersonen ab (vgl. Nord et al., 2023b). Ziel der HCI war es, gestaltungsrelevantes Wissen in dem bisher wenig beachteten, aber anthropologisch bedeutsamen Feld der Religion zu generieren. Beide wissenschaftlichen Disziplinen haben also je für sich und ihre Fachkultur Erträge erarbeitet, die auch auf die jeweils andere Fachkultur Auswirkungen hatte (z. B. ein intensiver interdisziplinärer Austausch über Grundlagen beider Fächer).

Ein transdisziplinärer Aspekt des Projekts ist die Realisierung des außerschulischen Lernorts mit der Projekt-Ausstellung in der *Jugendkirche in Hamburg*¹ im Frühjahr 2023. Es waren dabei nichtwissenschaftliche Personen, Pastor:innen, Religionspädagog:innen und Ausstellungsbegleiter:innen, die dazu beitragen, dass die Ausstellung stattfinden konnte. Die Jugendkirche bot dem Projekt wichtige Ressourcen wie Personal, z. B. bis hin zu geschulten Ausstellungsbegleiter:innen, Technikinstallationen, Erfahrungen mit außerschulischen Lernorten für Kinder und Jugendliche sowie Kontakte zu möglichen Zielgruppen. Neben der Eignung der Lokalität für das Projekt erschien uns aber auch der Hamburger Kontext inhaltlich von Vorteil: Hier wird seit Jahrzehnten an einem Modell des RU gearbeitet, der konfessions- und religionsübergreifend konzipiert ist.² Dies lieferte eine gute Basis, interreligiöse Segensräume zu testen und zu evaluieren.

In der HCI-bezogenen Entwicklung des Projekts ließen wir uns von der *Research through Design*-Philosophie leiten (Zimmerman et al., 2007). Zudem wurde auf alternative *Design-Futuring-Ansätze* wie das *Speculative Design* für das Projekt zurückgegriffen (Dunne & Raby, 2013; Kozubaev et al., 2020). Technik sollte auch provozieren, um die Ausgangslagen im Verständnis von religiösen Praxen und die zu ihnen gehörenden Überzeugungen besser „herauszukitzeln“ als übliche pädagogische und sozialwissenschaftliche Methoden dazu in der Lage sind. Technologie erhielt dabei die Rolle, durch Neuheit zu motivieren und durch *Making Strange* (Bell et al., 2005) zum *Theologisieren* (Schlag & Suhner, 2023) anzuregen.³ Die Schüler:innen bezogen inhaltliche Positionen und reflektierten diese (Domsgen, 2019). Die Lehrer:innen experimentierten während der Ausstellung mit Perspektivwechseln in ihrer Rolle als Religionslehrperson, in dem sie für sich abglich ob und wie sie Elemente der Ausstellung für den eigenen Unterricht adaptieren könnten. Sie identifizierten sich überwiegend mit dem Ausstellungskonzept. Der Forschungs- und Designprozess lässt sich wie folgt untergliedern:

¹ <https://diejugendkirche.de/>.

² <https://li.hamburg.de/>.

³ Es sind eine Vielzahl von Publikationen zum didaktischen Ansatz des *Theologisieren* in der Religionsdidaktik entstanden. Sie beziehen neuerdings auch digitale Lehr- und Lernszenarien mit ein. Das *Theologisieren* wurde im Anschluss an das Philosophieren in den 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt. Es stärkt Laientheologie und fördert die sprachliche Artikulationskraft im Bereich von Religion hier von Schüler:innen, die – so ist die Ausgangsthese – selbst immer schon in der Lage sind, ihre Vorstellungen von Religion, Gottesbezug und Ritualverständnis zu entwickeln und zu äußern.

Orientierungsphase Die interdisziplinäre Zusammenarbeit veranlasste, dass theologische ebenso wie HCI-bezogene Ausgangslagen für den jeweils anderen Kontext und seine wissenschaftlichen Kulturen plausibilisiert werden mussten. Aus vorangegangenen Studien in der Religionspädagogik waren zwei Ausgangslagen bekannt: 1. Lehrpersonen setzen sich bislang prinzipiell kaum mit *Digital Religion* auseinander, dies gilt umso mehr für interreligiöse Themen. 2. Digitale Medien werden häufig aus technischen Gründen zum „Störfall“ des Unterrichts. Wie kann dies vermieden werden, sodass der Fluss des Unterrichts/des Ausstellungsbesuchs nicht unterbrochen wird (Nord et al., 2023b)? Darüber hinaus war es wichtig zu definieren, wie die interdisziplinäre Arbeit praktisch durchgeführt werden soll. Dazu gehörte das voneinander Lernen und ein regelmäßiger Austausch über disziplinspezifische Perspektiven. Ein Lesezirkel zu wichtigen Texten der jeweiligen Disziplinen war eine Form hierfür. Die Arbeitsteilung im Projekt erfolgte je nach den Methoden- und Fachkompetenzen der Beteiligten.

Analysephase. In der Analysephase ging es um a) fachwissenschaftliche und b) religionsdidaktische Aspekte des Projekts. Zu a): Was ist ein (digitaler) Segen? Wie und wo begegnet Segen? Wie wird Segen erlebt? Eine *Literaturrecherche* ermittelte Segen als anthropologische Grunderfahrung (Segen hebräisch *berakah* = Segen, Stärke; griechisch *eu-logein* + lateinisch *bene-dicere* = „gut-sagen“; lateinisch *signare* = bezeichnen), ja sogar als eine „Paradieserfahrung“ auf Erden. Segen wird dabei sehr unterschiedlich in den Weltreligionen erlebt. Eine *Produkt-recherche* zeigte verschiedene Technologien rund um den Segen auf, neben Segens-Apps und Segenswebseiten beispielsweise auch den Segensroboter BlessU2 (Löffler et al., 2021). Machen digitale Medien eine Segenserfahrung „auf Knopfdruck“ (Wolf et al., 2023a) verfügbar? Als sogenannte *Provotypes* (Wolf et al., 2023b) können technische Installationen wie der Segensroboter jedoch produktiv Fragen nach der Verfügbarmachung von Segen sowie nach der Substitution traditionell Segen zusprechender Akteure:innen aufwerfen.

Ein bedürfnisorientierter Ansatz zur Erfassung von Segenserleben kann sowohl an Segensverständnisse in der Theologie als auch an die User-Experience-Forschung in der HCI anknüpfen (Hassenzahl, 2010; Wolf et al., 2022b). Eine *Onlinebefragung* in der 50 Personen ihre Segenserfahrungen teilten, davon 18 aus einem kirchennahen und 32 aus dem universitären Kontext, ergab mittels einer thematischen Analyse (Braun & Clarke, 2006), dass Segen alle Lebensbereiche umfasst, von Naturerfahrungen („Es war ein milder sonniger Vormittag und ich habe einen Spaziergang im Wald gemacht.“) über beruflichen Erfolg („Deshalb ist das ein Segen, vor allem, dass ich trotz Corona eine Präsenzarbeitsstelle gefunden habe.“) bis hin zu Zwischenmenschlichem („Die Geburt meines

Patenkinds und Neffen [...], der Moment an dem ich ihn zum ersten Mal gehalten habe.“). Dabei geschieht Segen oft unbemerkt und wird von den Beteiligten häufig erst im Rückblick als solcher erkannt. Obwohl Segenserfahrungen eine Grundkonstante des menschlichen Lebens darstellen und oft existentielle Bedeutung haben, werden sie häufig nicht religiös eingeordnet. Das leibliche Erleben steht im Mittelpunkt. Segenserfahrungen sind mehr als „nur positive“ Erlebnisse. Sie können viele Bedürfnisse gleichzeitig und in ungewöhnlich hoher Intensität ansprechen und stellen damit eine Art „Supererlebnis“ dar, wenn sie simultan Bedürfnisse nach Anerkennung, Ästhetik, Verbundenheit, Gemeinschaft und Sicherheit aufgreifen.

Eine *Design-Probe-Studie* (Wallace et al., 2013) lieferte Erkenntnisse zum Thema Segen im Alltag, so etwa, wie Technologien gestaltet werden können, die Segenserfahrungen im Alltag ermöglichen (Wolf et al., 2023a). Entsprechend der Design-Probe-Methode verteilten wir Pakete mit inspirierenden Materialien an Teilnehmer:innen, um ihre Reflexion über eigene Segenserfahrungen im Alltag zu unterstützen. Segen im Alltag, so hießen Ergebnisse, sind die kleinen positiven Momente, die an den allgegenwärtigen Segen erinnern und ihn erfahrbar machen. Erfahrungen von Segen können zu jeder Zeit, an jedem Ort und mit fast jedem Inhalt gemacht werden. Sie sind nicht kontrollierbar oder erzwingbar; ihre Unverfügbarkeit ist eine wesentliche Erfahrungskomponente. Daraus ergibt sich eine wichtige Schlussfolgerung für die Gestaltung von Segentechnologien: Technik (meist gekennzeichnet durch ein Funktionieren und Verfügbarmachen) könnte die Erfahrung von Unverfügbarkeit im Kontext von Segen ermöglichen. Ein daraus entwickeltes Exponat, der *Blessing Companion* (BM12, s. Auflistung), bricht explizit mit bisherigen Technologien, die Segen auf Knopfdruck versprechen (Wolf et al., 2023a).

Zu b) Welches Setting brauchen störungsfreie interreligiöse Segenräume? Wie können Lehrpersonen diesbezüglich entlastet werden? Als geeignetste Antwort stellt sich der außerschulische Lernort heraus, obwohl er für das Projekt einen enormen Mehraufwand bedeutete. Die Hauptargumente hierfür werden weiter unten aufgeführt (s. Abschn. 8.3). Zur differenzierteren Konzeption der interaktiven Ausstellung als außerschulischem Lernort führten wir deshalb semi-strukturierte *Interviews mit sechs Ausstellungsexpert:innen* durch (Wolf & Luthé, 2021). Eine Analyse der transkribierten Daten mittels Affinity Diagramming (Holtzblatt & Beyer, 2017) ergab, dass interaktive außerschulische Lernorte vielfältige Zugänge zu Themen ermöglichen sollten, unter Berücksichtigung unterschiedlicher Sinne und Bearbeitungsmodi. Die Robustheit der Exponate ist hierbei von essenzieller Bedeutung. Zudem wurde ersichtlich, dass außerschulische Lernorte eine eigene Motivationsdynamik entwickeln, indem sie sich von

der klassischen Schumatmosphäre lösen, ohne Bewertungen auskommen und den Schüler:innen die Freiheit bieten, selbstständig zu handeln. In der Ausstellungsgestaltung sind die Zulassung, Verstärkung und Vermittlung von Euphorie und Spaß sowie die Betonung von Design und Ästhetik daher entscheidend. Weiterhin wurde festgestellt, dass interaktive Stationen dazu dienen können, Abstraktes, Fremdes oder Historisches konkret und intuitiv erfahrbar zu machen, um Raum für inhaltliche Auseinandersetzung zu schaffen. In der Gestaltung kann dies durch Elementarisierung großer Themen, Rückgriff auf Erfahrungen aus anderen Bereichen, die Beschränkung auf eine Fokusinteraktion oder das Sichtbarmachen der „Spuren“ vorheriger Teilnehmer:innen gelingen. Schließlich wurde betont, dass diese Lernorte nachhaltige Wirkungen erzielen können, indem sie sinnliche und emotionale Erfahrungen mit der individuellen Lebens- und Erfahrungswelt verknüpfen.

Designphase. Um Ideen für mögliche interaktive Technologien zu entwickeln, führten wir mehrere Workshops (z. B. mit wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen aus pädagogischen Bereichen, oder mit Forscher:innen aus dem HCI-Bereich) durch. Durch Analysieren, Vergleichen und Strukturieren der entwickelten Ideen kristallisierten sich einzelne vielversprechende Ideen heraus. Aus HCI-Sicht war es, basierend auf den bisherigen Erkenntnissen und einschlägiger Literatur (vgl. Perry, 2012), beispielsweise wichtig, eine User Experience zu ermöglichen, die insbesondere die Bedürfnisse nach Autonomie, Verbundenheit, Gemeinschaft, Stimulation, Kompetenz und Schönheit befriedigt. Diese Bedürfnisse finden sich auch als Marker von *Digital Religion* wieder (vgl. Nord et al., 2023b). Es wurden mehrere low-fidelity-Prototypen umgesetzt und in Workshops mit unterschiedlicher Besetzung getestet (z. B. Religionspädagog:innen, Designer:innen, HCI-Forscher:innen). Diesen Schritt wiederholten wir mit verschiedenen Prototypen (unterschiedliche Konzepte, unterschiedliche Fidelity der Prototypen). Einzelne high-fidelity-Prototypen wurden in realweltlichen Settings (z. B. Konfirmand:innenunterricht) eingesetzt, um die Reaktionen möglicher Zielgruppen auf die interaktiven Exponate zu erheben.

Implementationsphase. Die Implementationsphase überlappte sich teilweise mit der Designphase, da die Exponate mehrere Iterationen durchliefen. Um möglichst unterschiedliche Zugänge zum Thema Segen zu ermöglichen und für jeden Zugang die am besten passende Erfahrung zu bieten, gingen wir technologieoffen vor und integrierten die Technologien, die aus konzeptueller Sicht notwendig waren. Dies führte dazu, dass das finale Set an Exponaten mit einer großen

Vielfalt an Hard- und Software umgesetzt wurde: KI-Algorithmen, VR- und AR-Brillen, Tangibles, 3D-Druck, Projektoren, Webseiten u. a.m.

Evaluationsphase. ie Ausstellung der finalen Exponate (BMs, s. Auflistung), wurde von uns mit einer Evaluation begleitet. Dafür entwickelten wir iterativ einen Beobachtungsbogen, der die unterschiedlichen Teile der Beobachtungen unterstützte: (1) Beobachtungen an den BMs mit Fokus auf Besonderheiten in der Interaktion (z. B. Schwierigkeiten) sowie physische, soziale, emotionale, und intellektuelle Beschäftigung mit den BMs (Perry, 2012); (2) Beobachtungen der Einführungs- und Reflexionsgespräche mit Diskussionen rund um Erwartungen, Präferenzen und das Thema Segen an sich; (3) Reflexionen der Religionslehrpersonen zur Ausstellung (dokumentiert mit einer eigens entwickelten Anwendung – dem ExpoCompanion). Elf Schulklassen und Gruppen von Konfirmand:innen mit insgesamt rund 200 Jugendlichen nahmen an der Evaluation teil.

8.3 Die Ausstellung als exemplarische Lerngelegenheit zum Theologisieren anhand des Themas interreligiöser Segensräume

Die Entscheidung, einen außerschulischen Lernort mit Technikexponaten zum Thema interreligiöse Segensräume zu konzipieren, wurde – wie bereits angedeutet – unter Berücksichtigung vorangegangener Studien zum Technikgebrauch im RU getroffen. Nord et al. (2023a) haben gezeigt, dass Technik im RU vielfach als Störfall wahrgenommen wird. Der Einsatz von z. B. Tablets im Klassenzimmer hat sich bislang nicht flächendeckend durchgesetzt. Die Hierarchien im Klassenzimmer verändern sich. Religionslehrer:innen sind zwar am Technikeinsatz interessiert, entscheiden sich jedoch häufig aufgrund des zusätzlichen Aufwands, der infrastrukturellen Störanfälligkeit oder einem Mangel an eigener Kompetenz gegen den Einsatz im Klassenzimmer oder beschränken den Einsatz auf kleinere, abgrenzbare Aufgaben wie z. B. Online-Recherchen.

Nimmt man diese Beobachtungen ernst, so lässt sich ein strukturelles Problem erkennen, das nicht durch mehr neue Medien im Unterricht gelöst werden kann. Will man dennoch, wie in unserem Projekt vorgesehen und in der Einleitung umrissen, den Medieneinsatz im RU in Richtung einer Erschließung von Religion in einer von digitalen Kulturen geprägten Welt weiterentwickeln, so muss dies auch unter Berücksichtigung dieser Ausgangslage geschehen. Der außerschulische Lernort bietet in diesem Sinne allen Beteiligten, Schüler:innen wie Lehrer:innen, eine entspannte und störungsfreie Gelegenheit zum Kompetenzerwerb. Der

außerschulische Lernort soll dabei in doppelter Weise wirken: Er soll (1) Schüler:innen Erschließungsmöglichkeiten von Religionspraxen, hier am Thema Segen, eröffnen und (2) Lehrer:innen Proberäume für einen RU bieten, in denen sie nicht für die Behebung der Störungen verantwortlich sind, sie Schüler:innen in der Interaktion mit Technologien und beim Theologisieren beobachten können. Der Besuch des außerschulischen Lernorts sollte optimalerweise zu einer Weiterbildungsmöglichkeit für Lehrer:innen während des Unterrichts werden.

Darüber hinaus stärkt dieses Konzept den fachwissenschaftlichen Zugang zur Digitalisierung im Bildungsbereich: Nicht die Nutzung von Technik steht im Vordergrund, sondern die Erschließung von Inhalten, die bereits durch digitale Medien vermittelt sind. Damit erschien die Evaluation eines solchen außerschulischen Lernortes *in the wild* sinnvoll. Auf diese Weise kann gezeigt werden, ob eine Weiterentwicklung des Medieneinsatzes im RU praktisch umsetzbar und erreichbar ist.

Außerschulische Lernorte ermöglichen Primärerfahrungen und haben fächerübergreifendes Potenzial. Darüber hinaus kann das Primat des Fachlernens zur Geltung gebracht werden. Außerschulische Lernorte verfolgen generell gesprochen häufig primär fachliche oder fächerübergreifende Kompetenzziele (Tiedemann, 2013). Typischerweise unterstützen sie den Kompetenzerwerb in den Bereichen des sinnhaften Wahrnehmens, des Deutens und des begreifenden Handelns. Schüler:innen können in mehrdimensionalen und multiperspektivischen Wahrnehmungs- und Erschließungskontexten handlungsorientiert und selbstgesteuert Lernen, weswegen ihnen ein hohes Motivationspotenzial zugetraut wird. Die vor Ort gemachten Erfahrungen bedürfen einer didaktischen Einbettung in den Unterricht und einer Vor- und Nachbereitung in der Schule: „Ohne eine unterrichtliche Vorbereitungsphase und eine reflektierende Nachbereitung des dort Gelernten kommt der pädagogische Wert außerschulischer Lernorte kaum zum Tragen und es besteht die Gefahr, dass es nicht zu einer notwendigen Einordnung der dort gemachten Erlebnisse und Erfahrungen in den bisherigen Wissensstand der Schülerinnen und Schüler kommt“ (vgl. Erhorn & Schwier, 2016).

Die Ausstellung ist in drei Abschnitte eingeteilt: Hinleitung, Exploration und Reflexion. Ihr Herzstück sind die *Blessing Machines* (BMs, s. Auflistung), die im didaktischen Konzept eines außerschulischen Lernorts in der Form einer Ausstellung (*Segen? Auch du kannst ein Segen sein!*) in der Jugendkirche in Hamburg vom 26.05. bis 21.06.2023 öffentlich zugänglich waren. Im Folgenden werden alle BMs kurz benannt und drei BMs näher vorgestellt (s. Abb. 8.1).

Die 13 *Blessing Machines* umfassen:

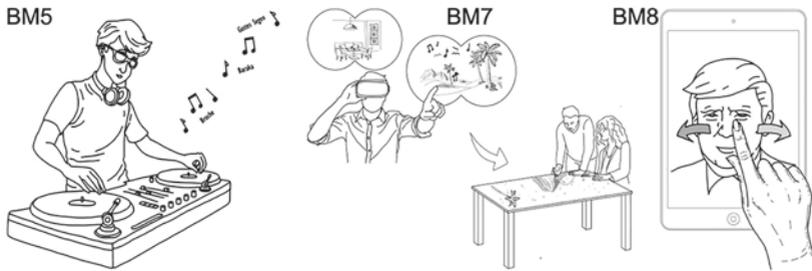


Abb. 8.1 Skizzen der drei BMs, die näher vorgestellt werden: BM5-Segens-DJ, BM7-Segensorte und BM8-Segenstinder. (Eigene Darstellung)

BM1-VR-Segen: Besucher:innen schlüpfen in die Rolle und den Talar einer Pfarrerin oder eines Pfarrers. In virtueller Realität können sie in einem Kirchenraum und unter Anleitung den traditionellen Schlusssegen im Gottesdienst selbst praktizieren.

BM2-Essenssegen in AR: Besucher:innen schlüpfen in die Rolle eines jüdischen Familienmitglieds. Unter Anleitung, vermittelt mithilfe einer Augmented-Reality-Brille, können sie die Speisen an einem gedeckten Tisch nach jüdischer Tradition segnen.

BM3-Segensblackout: Besucher:innen entdecken die Verbreitung des Thomas Segen in unterschiedlichen Texten (z. B. Bibelstellen, aktuelle Nachrichten, popkulturelle Texte). Dabei können sie Segen in diesen Texten sichtbar machen, indem sie gezielt segensreiche Worte auswählen und den Rest des Textes farbig übermalen lassen.

BM4-Segensmemory: Besucher:innen treten in einem akustischen Memory gegeneinander an. Dabei hören sie Fragmente von Segensformeln aus unterschiedlichen Religionen und müssen zusammenhängende Paare identifizieren.

BM5-Segens-DJ: Besucher:innen stellen Fragmente verschiedener Segensformeln und -klänge aus den Weltreligionen mithilfe einer Looping-Maschine neu zusammen und verändern sie.

BM6-God-I-Box: Besucher:innen erforschen den Platz des Segens im Gottesdienst. Dazu können sie ihren eigenen Gottesdienst zusammenstellen, indem sie verschiedene Gegenstände, die jeweils mit Video-Abschnitten eines Onlinegottesdienstes verbunden sind, auf die BM6 legen.

BM7-Segensorte: Besucher:innen begeben sich in virtueller Realität in unterschiedliche Umgebungen, um Merkmale ihres persönlichen Segensorts zu ergrün-

den. Diese Elemente können sie dann in einem zweiten Schritt zeichnen und zu einer Collage hinzufügen.

BM8-Segenstinder: Besucher:innen entscheiden per Swipe nach links oder rechts, ob sie angezeigte Gegenstände oder Personen segnen würden.

BM9-Segen fangen: Mehrere Besucher:innen versuchen gleichzeitig in einem durchsichtigen Kasten wirbelnde Zettel mit individuellen Segenssprüchen zu fangen.

BM10-Segensfragengenerator: Besucher:innen sehen während der gesamten Ausstellung automatisch wechselnde Fragen zu Segen, die groß an die Wand projiziert werden. Drücken sie auf den dazugehörigen Button, wird die aktuelle Frage ausgedruckt. Besucher:innen können die Fragen schriftlich beantworten und die Zettel in einen Briefkasten einwerfen.

BM11-KI-Segensbilder: Besucher:innen wählen auf einem Bildschirm Begriffe aus, die am besten zu ihrem Segensverständnis passen. Ihre Antworten werden einer Künstlichen Intelligenz übergeben, die daraus ein persönliches Segensbild entwirft. Dieses wird in einer Galerie aus vorher generierten Segensbildern angezeigt.

BM12-Blessing-Companion: Nähern sich Besucher:innen dieser BM, so gibt sie einen Hinweis auf Segen im Alltag. Dieser Hinweis besteht aus einer verzerrten Makrofotografie und ist zunächst unverständlich. Erst über eine gewisse Zeitspanne, die von der BM bestimmt wird, wird das Bild – und ein Segen im Alltag – erkennbar.

BM13-Zustand der Welt: Besucher:innen können während der gesamten Ausstellung den Segenzustand der Welt an der Farbe einer Lampe ablesen. Basierend auf der Auswertung aktueller Schlagzeilen im Internet wechselt die Farbe der Lampe (Abb. 8.1).

BM5-Segens-DJ. Musik ist eine Ausdrucksform von Segen, so das Ergebnis einer unserer Umfragen zu Segenserfahrungen (s. Abschn. 8.2). Die digitale Kultur ist eine Remix-Kultur (Stalder, 2016); Fragmente aus verschiedenen Medien werden neu zusammengesetzt und in eine eigene, individuelle Passung gebracht. Jugendliche können durch Remixe ein musikalisches Konstrukt zu einer Religionspraxis wie das Segnen entwickeln, das Vorstellungen verschiedener Religionen mit- und ineinander verschränkt. Religion ist kein starrer Container, sondern ein fluides, sich agil entwickelndes Feld kulturbezogener Kommunikation. Die Kultur der Digitalität beschleunigt diese Entwicklung und erweitert das Angebot der Religionen, zuweilen entstehen Religionshybride. Es wird also keine „einheitlich neue Religionspraxis“ konstruiert, sondern die Remixe sind von den in-

dividuellen Gemeinschaften, Lebenswelten und Erfahrungen der Jugendlichen geprägt. Sie werden zu religionsproduktiven Akteur:innen, indem sie einen eigenen Segen aus Text- und Musikfragmenten der Weltreligionen und der Popkultur mixen und gemeinsam mit anderen Besucher:innen anhören und dazu theologisieren.

Bei der Gestaltung der BM5 verschränkten wir Inhalt und Interaktion: Der Religions-Remix stand nicht nur inhaltlich, sondern auch in der Interaktionsgestaltung im Mittelpunkt. Die Besucher:innen sollten selbst über die konkrete Gestaltung ihrer „Segens-Remixe“ entscheiden können; sie sollten also ein hohes Maß an Autonomie verspüren. Insgesamt entschieden wir uns daher für die Integration eines DJ-Pultes, das wir am späteren Ausstellungsort, der Jugendkirche, auf dem Altar platzierten. Während eine Person ihren persönlichen Segens-Remix erstellen konnte, luden zwei zusätzlich angebrachte Kopfhörer Interessierte dazu ein, dem Remix-Prozess anderer Besucher:innen zuzuhören.

Die Beobachtungen in der Ausstellung zeigten, dass BM5 (positiv) irritierte und motivierte: „DJ-Pult: cool, aber auch absurd in [der] Kirche neben [der] Bibel DJ zu sein“; „cool, mal aus anderer Perspektive da zu sein, anstatt immer nur von unten hochschauen“. Die Besucher:innen empfanden bei BM5 Spaß, genossen den sozialen Austausch und die zugelassene Autonomie (z. B. „eigene Sachen kreieren“, „selber Musik machen“). Die Intentionen für die Rezeption konnten mit der Gestaltung der Station erreicht werden.

BM7-Segensorte. Die Befragungen zu Segenserfahrungen (s. Abschn. 8.2) zeigen, dass diese vor allem vielfältig sind und von individuellen Erlebnissen in der Natur über existentielle Lebensereignisse wie die Geburt von Kindern und Enkelkindern bis hin zu ekstatischen Lebensfeiern auf Festivals in großen Gemeinschaften reichen. Segen ereignet sich auf vielfältige Weise, an unterschiedlichen Orten und in unterschiedlichen Kontexten. Mit BM7 wird es Schüler:innen ermöglicht, in unterschiedliche Segensorte und -kontexte einzutauchen und diese mittels virtueller Realität (VR) zu erleben. So können die Schüler:innen ihre eigene Lebenswelt mit den Erfahrungen von Anderen abgleichen. In der kritischen Auseinandersetzung mit konkreten Beispielen können die Schüler:innen einen eigenen Standpunkt zu ihrer Vorstellung eines Segensortes entwickeln. Anschließend sind sie eingeladen, ihre Gefühle und Vorstellungen zu ihrem eigenen Segensort in einer gruppenübergreifenden Collage auszudrücken.

Bei der Entwicklung von BM7 gingen wir davon aus, dass die Zielgruppe bisher wenig Berührungspunkte mit VR hatte. Deshalb erwarteten wir einerseits einen stimulierenden Effekt auf die Besucher:innen und entschieden uns andererseits dazu, die Interaktionsmöglichkeiten innerhalb der VR auf ein Minimum

zu beschränken. Um BM7 zu erleben, konnten sich die Besucher:innen auf einen Hocker setzen und eine dort liegende VR-Brille aufsetzen. Innerhalb der VR wurde ein Segensort sichtbar: etwa ein Strand mit einem Meer, das sanfte Wellen schlug, oder man fand sich im Weltraum zwischen den Galaxien schwebend wieder. Durch Drehen des Kopfes konnten die Besucher:innen den Segensort und seine Details um sich herum explorieren. Nach einiger Zeit verschwand der aktuelle Segensort und ein neuer wurde sichtbar. Es war den Besucher:innen selbst überlassen, wie lange sie in der VR verweilen wollten.

Während der Ausstellung stellten wir fest, dass die durchschnittliche Verweildauer an diesem Exponat deutlich über dem Durchschnitt aller Exponate lag (9:15 vs. 5:12 min). Schüler:innen und Konfirmand:innen beschrieben BM7 (sowie die ebenso VR-basierte BM1 – VR Segen) als besonders beeindruckend. Die Besucher:innen verweilten immer zu mehreren Personen an der Station und interagierten miteinander. Dies überraschte, da die Interaktion in VR nicht per se zu sozialer Interaktion einlädt; jede:r erhält eine eigene VR-Brille (von drei verfügbaren Brillen) und befindet sich in einer eigenen virtuellen Umgebung. Obwohl die gezeigten 360°-Videos eine relativ geringe Auflösung hatten, bewerteten die Schüler:innen und Konfirmand:innen dieses Exponat sehr positiv (85 % positive Kommentare), z. B. „10 s im Weltall haben mir den Tag verüß“, „man kann an Orte [gehen], wo man sonst nicht hin kann“, „schöne Atmosphäre“, „weil es sich echt anfühlt und schön [ist]“. Viele Kommentare bezogen sich auf den Neugierigkeitseffekt von VR: „abwechslungsreich“, „ich habe sowas noch nie gemacht, sehr faszinierend“.

BM8-Segenstinder. Segen und Segensvorstellungen variieren kulturell. Bereits wenige Interviews (s. Abschn. 8.2) unterstrichen, dass die persönlichen Vorstellungswelten zum Seg(n)en von Erfahrungen mit religiösen Autoritäten, Werten und Praktiken, z. B. das Gottes- und das Menschenbild, aber auch von dem persönlichen Verhältnis zum Seg(n)en an sich abhängig sind. So entscheiden zum Teil auch politische Positionierungen darüber, ob Menschen oder Gruppen (k)ein Segen zugesprochen werden soll. Das Exponat lädt dazu ein, über die Kriterien religiöser Autorität zu reflektieren. Indem die Schüler:innen entscheiden, wen oder was sie (nicht) segnen wollen, reflektieren sie zudem die ethische und theologische Komplexität religiösen Handelns.

Bei der Gestaltung des Segenstinders waren die Aspekte Provokation und Zusammenarbeit leitend: Die Besucher:innen konnten auf einem Handy-Touchscreen nach rechts oder links „wischen“. Ähnlich wie bei bekannten Dating-Apps trägt dies zur Provokation bei: Lässt sich die Frage nach Segen so einfach entscheiden? Darf ich diese Entscheidung treffen? Sollte es sich so anfühlen, jeman-

den zu segnen/nicht zu segnen? Im Aufbau der Station wurden vier Smartphones so angeordnet, dass sich die Besucher:innen gegenüberstehen. Dies sollte dazu einladen, die Reaktionen der anderen wahrzunehmen, ins Gespräch zu kommen oder sogar gemeinsam Entscheidungen zu treffen.

Der Zwang zur Entscheidung löste bei den Schüler:innen und Konfirmand:innen eine inhaltliche Auseinandersetzung und Reflexion aus. Im Vergleich zu allen anderen Exponaten war die intellektuelle Beschäftigung an dieser Station am höchsten. Schüler:innen und Konfirmand:innen nahmen nicht nur den inhaltlichen Fokus der Station wahr, sondern differenzierten und analysierten auch („Ich fand es schade, dass man bei der Wisch-Station dann verleitet wurde, einem Dieb keinen Segen zu wünschen“). In der Evaluation in der Ausstellung hieß es, dass diese Station auch inhaltlich neue Themen anregte. Entgegen den Erwartungen wurde die Station in fast einem Drittel der Beobachtungen allein genutzt – und konnte dennoch die jeweiligen Personen zum Nachdenken anregen.

8.4 Diskussion

In der Diskussion der Forschungsergebnisse wird erstens der inter- und transdisziplinäre Prozess, zweitens der wissenschaftliche Ertrag und drittens auf Zukunftsperspektiven fokussiert.

Prozess. Die Arbeit im Projekt zeigte uns die Vorteile und Herausforderungen interdisziplinärer Arbeit. Die Wissenskulturen von Theologie/Religionspädagogik und HCI unterscheiden sich in Theorie, Methodik, Arbeits- und Publikationsweisen stark. Eine gegenseitige Neugier auf den jeweils disziplinären Umgang mit existentiellen Fragen zeigte sich als wertvolle Klammer für das gemeinsame Arbeiten. So stellte sich im Prozess heraus, dass die psychologisch ausgearbeiteten Bedürfnisse von Jugendlichen nach Autonomie und Kompetenz durch bisherige religionspädagogische Forschung kaum Beachtung gefunden haben.

Projektförderlich wirkte sich aus, dass auch aufseiten der Theologie viel Interesse an Medien- und Technikgestaltung sowie technische Expertise zur Implementation von Prototypen vorhanden war. Die Planung und Durchführung der Ausstellung mit ihren vielen Einzlexponaten forderten ein hohes Maß an Absprachen. Das ganze Projekt erforderte ein hohes persönliches Engagement der Mitarbeitenden, weil viele unbetretene Wege gegangen wurden.

Der Kooperationspartner Jugendkirche war hoch zufrieden. Für die Perspektive der Lehrpersonen gilt es hervorzuheben, dass digitales Lehren und Lernen an einem außerschulischen Lernort einen erkennbaren Mehrwert generieren konnte,

so etwa exemplarisch: „Die Ausstellung hat es geschafft, dass sich manche Schüler:innen, die sich sonst nicht interessieren oder nur wenig beteiligen, mit dem Thema Segen beschäftigen“. Zudem erhielt die Jugendkirche viele Nachfragen für neue Besuchsmöglichkeiten. Insgesamt zeigen diese Rückmeldungen einen gelungenen Transfer des Projekts in die Praxis.

Wissenschaftliche Erträge. Für beide Bereiche, der Religionspädagogik und der HCI, brachte das Projekt einen Zuwachs an geteiltem Wissen im Gegenstandsbereich Segen. Im Projekt haben wir ein Verständnis von Segen als „dem Guten im Leben“ entwickeln können. Das Attribut „interreligiös“ erwies sich dabei als eine Bezeichnung für die Benennung einer alteritätsoffenen Religionserfahrung. Es wurden zwar Religionshybride im Segens-Remix anvisiert, doch nicht im Sinne einer institutionell verbindlichen Form offizieller Religionskultur. Die Station eröffnete vielmehr die Möglichkeit, einen persönlichen Re-Mix religionshybrider Formate zu entwickeln. Doch die allgemein gültige Verwendung des Terminus „interreligiöses Lernen“ ist ohnehin nicht auf Religionshybridität festgelegt, sondern verfolgt den dialogischen Austausch über verschiedene Religionskulturen. Das Projekt regt zu weiteren religionsplural initiierten Experimenten an. In Anlehnung an Puenteduras (2006) SAMR-Modell könnte hier mit einer Remodifikation verschiedener religionskultureller digitaler Kommunikationsformate gearbeitet werden. Solche Experimente sollten Lehr- und Lerngelegenheiten zur Erkundung von Gemeinsamkeiten und Differenzen schaffen, die freilich nicht in einem dualistischen Modell dieser steckenbleiben sollte, sondern intersektional die Kulturalität von Religionen mitdenkt.

Interdisziplinär zeigt sich ferner ertragreich auch das oben erwähnte neue Verständnis von Segen als einem „Supererlebnis“, das verschiedene menschliche Bedürfnisse gleichzeitig und in hohem Maße ansprechen kann. Für die Theologie und Religionspädagogik wird einmal mehr deutlich, wie sehr Religionspraxen in existentielle sowie ästhetische Koordinatensysteme einzuordnen sind: Ihr Erleben hängt einerseits von der Erfüllung existentieller Bedürfnisse sowie andererseits von den ästhetischen Dimensionen ab, die lebensweltlich kodiert werden. Es ist für die religiöse Sozialisation von Kindern und Jugendlichen zentral zu berücksichtigen, wie und ob das Design religiöser Praxis von, mit und für sie angemessen gestaltet wird. Die Didaktik des Theologisierens, die eingangs angesprochen und hier nicht weiter ausgeführt werden kann, erhält hiermit einen noch wenig beachteten wichtigen Fokus: den der medialen Gestaltung, mit anderen Worten des Designs des Theologisierens (Nord, 2023a, b; s. auch insgesamt Schlag & Suhner, 2023).

Konstruktiv haben wir durch den Bau der dreizehn BMs (und weiteren Prototypen) viel darüber gelernt, wie Technik im religionspädagogischen Kontext sinnvoll gestaltet werden kann. Hier geht es nicht wie oft in der HCI darum, die beste Nutzer:innenperformanz und -akzeptanz zu erzielen. Im Gegenteil, unsere BMs sind manchmal auch ineffizient und nicht akzeptabel, insbesondere dort, wo sich der Sinn erst nach längerer Interaktion erschließen konnte (stark ausgeprägt z. B. bei BM 12 und 13). Auch „Provokation“ ist kein gängiges Zielkriterium der Technikgestaltung. Konzeptuell und gestalterisch haben wir durch das Thema Segen das Konzept „Unverfügbarkeit“ für die HCI fruchtbar machen können. Wie gestaltet man Technik, die nicht auf Knopfdruck einfach funktioniert? Wichtige Designelemente sind dabei Ungewissheit, Zufälligkeit und Ambiguität, die dennoch Resonanz und Bedeutsamkeit nicht verlieren dürfen (Wolf et al., 2023a, a).

Pädagogisch hat sich die Entscheidung zu einem außerschulischen Lernort für die Entwicklung digitaler Lehr- und Lernszenarien sehr bestätigt. Die Evaluation der Lehrpersonen zur Ausstellung ist bislang noch nicht zugänglich, es liegen allerdings Ergebnisse vor, die zum einen die Förderungsmöglichkeiten digitaler Lernkulturen ausweisen und andererseits die Schnittflächen zwischen nonformaler und formaler Bildung fokussieren, die bereits seit langem für die religiöse Bildung als hochbedeutsam gehalten werden. Die Beobachtungs- und Befragungsergebnisse von Lehrer:innen und Schüler:innen in der Evaluation der einzelnen Ausstellungsexponate konnten hier nur ausschnitthaft thematisiert werden. So wurden Ergebnishighlights bezüglich der BM 5, 7 und 8 aus Schüler:innenperspektive bereits dargestellt. Eine eigene Publikation zur Lehrpersonenperspektive steht hingegen noch aus.

Zukunftsperspektiven. Derzeit wird bereits an der Weiterentwicklung einzelner BMs gearbeitet. Evaluationsschwerpunkte rücken dabei stärker auf die Bedürfnisperspektive der Schüler:innen und die Anwendung durch die Lehrer:innen vor. Zum einen wird es dabei um die längerfristigen Auswirkungen des außerschulischen Lernortes gehen. Zum anderen prüfen wir den direkten Einsatz der BMs im schulischen Unterricht. In einem ersten Workshop mit zehn Religionslehrpersonen stellten wir die einfach implementierbaren BM3 (Segens-Blackout), BM8 (Segenstinder), BM10 (Segensfragengenerator) und BM11 (KI-Segensbilder) vor. Es zeigte sich, dass die interaktiven Grundelemente der BMs im RU vielseitig einsetzbar sind, auch über das Thema Segen hinaus. Die Technik kann dabei für einen interessanten Einstieg in ein Thema genutzt werden, aber auch selbst zum Thema werden (KI-Fähigkeiten mit BM11), sie ist geeignet für Einzel- (BM3) wie auch Gruppenarbeiten (BM8). Die Lehrpersonen betonten, dass nun außerhalb einer größeren Ausstellung der Einsatz der Installationen auch eigens

fachdidaktisch vor- und nachbereitet werden muss. Schließlich: sieht man von der konkreten Arbeit mit den Einzelinstallationen ab, eröffnet sich ein größeres interdisziplinäres Forschungsfeld im Bereich der Anthropologie digitalen Lehrens und Lernens.

Literatur

- Bell, G., Blythe, M., & Sengers, P. (2005). Making by making strange: Defamiliarization and the design of domestic technologies. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 12(2), 149–173.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Campbell, H. (Hrsg.) (2013). *Digital religion: Understanding religious practice in new media*. Oxfordshire.
- Dunne, A., & Raby, F. (2013). *Speculative everything: Design, fiction, and social dreaming*. MIT Press.
- Domsngen, M. (2019). *Religionspädagogik. Lehrwerk Evangelische Theologie 8*. Evangelische Verlagsanstalt.
- Erhorn, J., & Schwier, J. (2016). Außerschulische Lernorte. Eine Einleitung. In J. Erhorn & J. Schwier (Hrsg.), *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung* (S. 7–13). transcript.
- Hassenzahl, M. (2010). *Experience design: Technology for all the right reasons*. Morgan & Claypool.
- Holtzblatt, K., & Beyer, H. (2017). *Contextual design: Design for life*. Morgan Kaufmann.
- Kozubae, S., et al. (2020). Expanding modes of reflection in design futuring. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*, Honolulu, USA. ACM.
- Löffler, D., Hurtienne, J., & Nord, I. (2021). Blessing Robot BlessU2: A discursive design study to understand the implications of social robots in religious contexts. *International Journal of Social Robotics*, 13(4), 569–586.
- Nord, I. (2023). Digitale Theologisieren: Autonom, selbstbestimmt und selbstreguliert? Fachdidaktische Herausforderungen. In T. Schlag & J. Suhner (Hrsg.), *Jahrbuch für Kinder- und Jugendtheologie*. „...dann nutzen wir sie auch: Digitalisierung first – Bedenken second“?! (S. 35–46). calwer.
- Nord, I., & Petzke, J. (2023). *Religions-Didaktik. Diversitätsorientiert und digital – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Cornelsen.
- Nord, I., et al. (2023a). Digitalisierung und digitale Kompetenz im Zeichen von Effizienz. Wie sollen und können sie in der Religionslehrer:Innenbildung Berücksichtigung finden? In M. Häiler & A. Kubik et al. (Hrsg.), *Religionslehrer:In im 21. Jahrhundert* (S. 503–518). VWGTh.
- Nord, I., et al. (2023b). Lehrkräfte und digitaler Wandel. Religionsdidaktische sowie professionsbezogene Reflexionen aus dem Projekt Religious Education Laboratory digital (RELab digital). <https://doi.org/10.25972/OPUS-31978>. Zugegriffen: 15. Dez. 2023.

- Perry, D. L. (2012). *What makes learning fun? Principles for the design of intrinsically motivating museum exhibits*. AltaMira Press.
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, technology, and education*. <http://hippasus.com/resources/tte/>. Zugegriffen: 15. Dez. 2023.
- Schlag, T., & Nord, I. (2021). Religion, digitale. In *Deutsche Bibel Gesellschaft*. https://doi.org/10.23768/wirelex.Religion_digitale.200879. Zugegriffen: 15. Dez. 2023.
- Schlag, T., & Suhner, J. (Hrsg.) (2023). *Jahrbuch für Kinder- und Jugendtheologie*. „... dann nutzen wir sie auch: Digitalisierung first – Bedenken second“?! calwer.
- Stalder, F. (2016). *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp.
- Tiedemann, M. (2013). Außerschulische Lernorte im Philosophie- und Ethikunterricht. In M. Tiedemann (Hrsg.). Themenheft „Außerschulische Lernorte“. *Zeitschrift für Didaktik der Philosophie und Ethik, Bd. 1* (S. 3–10). Cornelsen.
- Wallace, J., et al. (2013). Making design probes work. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, ACM.
- Wolf, S., & Luthe, S. (2021). Segen: Erfahren, erleben, erproben-VR-Erlebnis im außerschulischen Lehr-Lern-Szenario für den Religionsunterricht. In H. Söbke, & M. Weise (Hrsg.), *Wettbewerbsband AVRiL 2021*. Cornelsen.
- Wolf, S., et al. (2022a). Unavailability: Food for thought from Protestant theology. In *Interactions Blogs*. ACM. <https://interactions.acm.org/blog/view/unavailability-food-for-thought-from-protestant-theology>. Zugegriffen: 15. Dez. 2023.
- Wolf, S., et al. (2022b). UNeedS: Development of scales to measure the satisfaction and frustration of 13 fundamental needs. In *Proceedings of mensch und computer 2022, Darmstadt, Germany*. ACM.
- Wolf, S., et al. (2023a). Designing for uncontrollability: Drawing Inspiration from the blessing companion. In *Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems, Hamburg, Germany* ACM.
- Wolf, S., et al. (2023b). The God-I-Box: Iteratively provotyping technology-mediated worship services. In *Proceedings of the 2023 ACM designing interactive systems conference, Pittsburgh, USA*. ACM.
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, San Jose, USA* . ACM.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Social Virtual Reality für Inter- und Transkulturelles Lernen und Lehren im Englischunterricht

9

Rebecca Hein, Jeanine Steinbock, Maria Eisenmann, Carolin Wienrich und Marc Erich Latoschik

9.1 Förderung von inter- und transkulturellem Lernen mit Social VR im Englischunterricht

Inter- und transkulturelles Lernen ist zu einem wichtigen Schwerpunkt im modernen Englischunterricht geworden, der die Entwicklung der Sensibilität der

R. Hein

Institut Mensch-Computer-Medien, Lehrstuhl für Informatik IX (Mensch-Computer-Interaktion), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: rebecca.hein@uni-wuerzburg.de

J. Steinbock · M. Eisenmann (✉)

Neuphilologisches Institut (Moderne Fremdsprachen), Lehrstuhl für Fachdidaktik (Moderne Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der englischen Sprache und Literatur), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: jeanine.steinbock@uni-wuerzburg.de

M. Eisenmann

E-Mail: maria.eisenmann@uni-wuerzburg.de

C. Wienrich

Institut Mensch-Computer-Medien, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: carolin.wienrich@uni-wuerzburg.de

M. E. Latoschik

Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik IX (Mensch-Computer-Interaktion), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: marc.latoschik@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*, https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_9

141

Lernenden für Diskriminierung, Stereotype und rassistisches Denken betont (Braselmann et al., 2021). Dabei können digitale Tools wie Virtual Reality (VR) unterstützen (Hein et al., 2023). Immersive Technologien ermöglichen die aktive Erkundung entfernter und unterschiedlicher Lernkontexte, die Hervorhebung erreichter Meilensteine, die Möglichkeit des Rollenwechsels und die Begegnung mit dem Unbekannten auf eine buchstäblich greifbare Weise (Wienrich et al., 2020; S. 55, Übers. d. Verf.). Social VR (SVR) bietet dabei zusätzlich die Möglichkeiten für inter- und transkulturelle Begegnungen mit Menschen aus anderen Kulturen und fördert Empathie und Perspektivenübernahme. Der virtuelle Raum kann ein sicherer Ort sein, um mit verschiedenen Situationen zu experimentieren und aktiv Handlungskompetenzen einzuüben. SVR bietet daher eine hervorragende Möglichkeit für inter- und transkulturelle Begegnungen, Bildung und Ausbildung, da sie zudem dezentral, nachhaltig, kostengünstig und immersiver als traditionelle Methoden ist.

Daher wurde in diesem Teilprojekt ein Seminarkonzept für Lehramtsstudierende entwickelt, um sie mit (S)VR und den damit verbundenen Möglichkeiten für den Englischunterricht vertraut zu machen. Das Seminar nutzte eine SVR-Plattform mit dem *InteractionSuitcase*, einer Sammlung von virtuellen Objekten, die für interkulturelle Kontexte auf der Grundlage des englischen Lehrplans entwickelt wurden. Das Seminar führte zu mehreren Beispielen von Unterrichtskonzepten, die von den Studierenden entwickelt und evaluiert wurden. Ein interdisziplinärer Forschungsprozess begleitete die Entwicklung und Evaluation und adressierte dabei die folgenden Forschungsfragen:

- **RQ1.** Wie kann man SVR im Kontext von inter- und transkulturellen Lernprozessen gewinnbringend im Sinne eines Kompetenzzuwachses im Englischunterricht einsetzen?
- **RQ1a.** mit Fokus auf virtuelle Avatare
- **RQ1b.** mit Fokus auf virtuelle Objekte
- **RQ1c.** mit Fokus auf virtuelle Umgebungen
- **RQ2.** Wie sollte eine Unterrichtseinheit aufgebaut sein, um mittels SVR inter- und transkulturelle Lernprozesse zu initiieren?
- **RQ3.** Wie nützlich ist SVR zur Gestaltung innovativer Unterrichtskonzepte?

Diese Arbeit stellt die Forschung, das Konzept und die Durchführung der Seminare und die Ergebnisse der Seminare im Hinblick auf das Potenzial von (S)VR für interkulturelles und transkulturelles Lernen vor.

9.2 „Setting the Stage“: Vorbereitende Forschung

Darüber hinaus werden im letzten Abschnitt dieses Kapitels Ergebnisse der Grundlagenforschung im Bereich der Human–Computer Interaction (HCI) präsentiert. Es wird insbesondere auf die Gestaltung von virtuellen Avataren, virtuellen Objekten und virtuellen Umgebungen eingegangen. In diesem Zusammenhang werden die Ergebnisse der begleitenden Forschungsaktivitäten dargelegt, mit besonderem Schwerpunkt auf den Auswirkungen dieser Gestaltungselemente auf interkulturelle Interaktionen im Bereich der SVR.

9.2.1 Inter- und transkulturelles Lernen und Lehren im Englischunterricht

Die theoretische Verortung der Forschung zum inter- und transkulturellen Lernen im Englischunterricht basiert auf einem von Eisenmann (2015) konzipierten und von Eisenmann und Steinbock (2023) weiterentwickelten integrativen Modell, das kommunikative Kompetenzen sowie inter- und transkulturelle Kompetenzen als ein Lernkontinuum auffasst. In diesem Modell bildet die kommunikative Kompetenz die Grundlage für den Aufbau interkultureller Kompetenz, wobei interkulturelle Kompetenz die Wahrnehmung von Unterschieden, Multiperspektivität und das Verständnis für kulturelle Vielfalt beinhaltet. Diese Aspekte werden wiederum als wesentliche Voraussetzung für transkulturelle Kompetenz und damit dem Ansatz kultureller Hybridität gesehen. Die Phasen sind dabei nicht strikt voneinander getrennt; vielmehr kann inter- und transkulturelles Lernen gleichzeitig oder sogar vor dem Erwerb von landeskundlichem Faktenwissen stattfinden. In den meisten Fällen ist interkulturelles und transkulturelles Lernen bereits in früheren Stadien der Sprachkompetenz möglich. Bei fortgeschrittenen Lerngruppen, die über höhere Sprachkompetenz und Lebenserfahrung verfügen, kann jedoch ein tieferes kulturelles Verständnis erwartet werden. Daran anknüpfend lässt sich für VR festhalten, dass Teilnehmenden mit fortgeschrittenem sprachlich-kulturellem Kompetenzniveau offenere VR-Welten präsentiert werden können, in denen die Anleitung sukzessive in den Hintergrund tritt, um einem

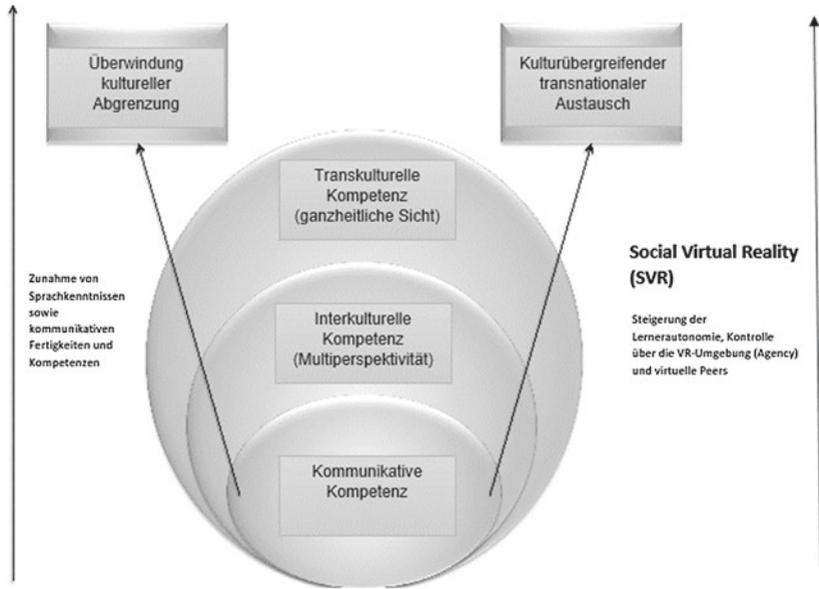


Abb. 9.1 Lernkontinuum des inter- und transkulturellen Lernens im Zusammenhang mit SVR (Eisenmann und Steinbock 2023). (Eigene Darstellung)

explorativen und selbstverantwortlichen Erleben und Gestalten in VR Raum zu geben (Abb. 9.1).

Auch etablierte Modelle interkulturellen Lernens wie Claire Kramschs (1999) *Third Space*-Ansatz oder Michael Byrams (1997) umfassendes Konzept der interkulturellen kommunikativen Kompetenz umfassen bereits Aspekte der Transkulturalität und damit dem Konzept kultureller Hybridität. Am vielversprechendsten gelingt der Übergang von inter- zu transkulturellem Lernen, wenn kulturelle Gemeinsamkeiten betont werden, anstatt den Fokus auf kulturelle Unterschiede zu legen. Auch die Rolle von Stereotypen, die unterschiedlichen Kulturen zugeschrieben werden, sollte kritisch beleuchtet werden.

In diesem Zusammenhang erweist sich die SVR als vielversprechender „third space“, der durch kulturübergreifende Interaktionen ermöglicht, über bloße Unterhaltungen hinauszugehen und eine aktive Beteiligung an gemeinsamen kulturellen Erfahrungen erlaubt.

9.2.2 Human–Computer-Interaction-Forschung

In einer systematischen Literaturrecherche von Hein et al. (2021a) stellten die Verfassenen fest, dass immersive Technologien, wie VR, zwar das Potenzial haben, die Motivation und die Lernergebnisse zu verbessern, dass es jedoch eine erhebliche Forschungslücke bei der Untersuchung der konativen Lernebenen, der interkulturellen Kompetenz und der Lehrerausbildung gibt. AR-Anwendungen wurden besonders häufig eingesetzt, z. B. zum Vokabellernen oder für Einzel-VR-Interventionen. Allerdings wird gerade bei Einzel-VR-Interventionen oft die isolierende Wirkung betont. Durch kollaborative SVR kann die isolierende Wirkung von Einzel-VR-Interventionen aufgehoben werden. Dies unterstreicht die Bedeutung eines ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatzes in der pädagogischen Praxis.

SVR ist eine Technologie, die es Nutzenden ermöglicht, in immersiven 3D-Umgebungen zu interagieren, wobei der Schwerpunkt auf der Erleichterung sozialer Interaktionen zwischen mehreren Nutzenden liegt (McVeigh-Schultz et al., 2019). Da erschwingliche VR-Hardware und -Apps SVR zugänglich gemacht haben, besteht ein Bedarf an Dokumentation, um künftige Anwendungen anzuleiten und Nutzungsprobleme zu lösen.

Aus einer HCI-Perspektive gibt es nur wenige Forschungsarbeiten, die sich mit der Benutzerfreundlichkeit und den Designentscheidungen in SVR befassen (Liu & Steed, 2021), obwohl diese in verschiedenen Kontexten immer häufiger eingesetzt wird. Einige Forscher haben Usability-Testmethoden und Designtheorien speziell für (S)VR entwickelt, um die Benutzererfahrung zu verbessern oder diese besser untersuchen zu können (Liu & Steed, 2021; Jonas et al., 2019; Handley et al., 2022). Darüber hinaus konzentrieren sich bestehende Rahmenwerke wie das BehaveFIT (Wienrich et al., 2021) auf immersive technologische Interventionen und Verhaltensänderungen und bieten Einblicke, wie VR psychologische Barrieren überwinden kann. Diese Rahmenwerke und Taxonomien, wie die von Handley et al. (2022), helfen bei der Definition von Designbereichen, Funktionen und Variationen für (S)VR. Diese wurden genutzt und erweitert, um (S) VR-Interventionen für inter- und transkulturelle Begegnungen zu erstellen, deren Potenziale zu nutzen und die Risiken zu minimieren.

9.2.2.1 Gestaltungsbereich: Virtual Avatars

Die Darstellung unserer virtuellen Verkörperung hat einen Einfluss auf unsere Einstellungen und Verhalten. Das ist im Rahmen der HCI-Forschung bereits gut belegt durch den Proteus Effekt. Der Begriff „Proteus-Effekt“ bezieht sich auf die

Idee, dass Menschen in der Lage sind, verschiedene Identitäten anzunehmen und sich je nach ihrer virtuellen Darstellung unterschiedlich zu verhalten (Yee & Bailenson, 2007). Es gibt bereits zahlreiche Studien, die ihn belegen (Yee & Bailenson, 2007; Ratan et al., 2020). Die Forschung zeigt, dass die Manipulation von Avataren in (social) VR, Verhalten und Einstellungen beeinflussen kann, wobei der Forschungsgegenstand häufig Stereotype Avatare sind (Nowak & Fox, 2018; Ratan et al., 2020). Die Interaktion mit Avataren verschiedener Ethnien kann zum einen rassistische Voreingenommenheit auslösen (Groom et al., 2009). Zahlreiche Forschungsergebnisse zeigen aber auch, dass die Verkörperung anderer ethnischer Avatare (z. B. wenn eine weiße Person in einem nicht-weißen Avatar verkörpert ist) dazu beitragen kann, Voreingenommenheit zu verringern, insbesondere wenn sich die Nutzenden stark mit ihren Avataren identifizieren (Peck et al., 2013; Maister et al., 2015). VR bietet ein sicheres Umfeld für solche Interaktionen und ermöglicht es dem Einzelnen, mit verschiedenen Identitäten, Perspektiven und Verhaltensweisen zu experimentieren, was den Erwerb inter- und transkultureller Kompetenz fördern kann. In SVR können Menschen mit unterschiedlichem kulturellem Hintergrund zusammenarbeiten und gemeinsam lernen, ein tieferes Verständnis für die Kultur des anderen zu erlangen sowie Empathie und Respekt für Vielfalt zu fördern. In einer begleitenden Studie wurde untersucht, wie sich kulturell konnotierte Avatare in SVR auf die interkulturelle Kompetenz auswirken. Die Teilnehmenden der Studie fühlten sich stark mit ihren Avataren verbunden. Überraschenderweise verringerten sich die Vorurteile durch die Verkörperung von gruppenfremden Avataren nicht signifikant, obwohl diese Vorurteile nach der VR-Erfahrung unabhängig von Verkörperung und Interaktionspartner abnahmen. Die affektive interkulturelle Kompetenz blieb von den Avataren der Outgroup weitgehend unbeeinflusst, während die Interaktionen mit den Peers der Outgroup einen Einfluss auf die interkulturelle Sensibilität, nicht aber auf die kulturelle Empathie hatten.

Im Folgenden wird ein Unterrichtsbeispiel, in dem die virtuellen Avatare im Fokus standen und das im Rahmen des entwickelten Seminars entstand, vorgestellt. In diesem Unterrichtsbeispiel, das in Anlehnung an den von Maister et al. (2015) veröffentlichten Aufsatz benannt wurde, nutzen die Studierenden VR, um eine immersive Erfahrung zu schaffen, bei der die Teilnehmenden mit Stereotypen konfrontiert werden und anschließend über ihre Erfahrungen reflektieren. Ziel ist es, das Bewusstsein für Ausgrenzungsmechanismen zu schärfen und Wege zu finden, Vorurteilen entgegenzuwirken. Die VR-Intervention umfasste nonverbale Interaktionen, bei denen die Teilnehmenden auf Fragen antworteten, indem sie Avatare deuteten, wie z. B. auf die kriminellste oder auf die am reichsten wahrgenommene Person. Die Teilnehmenden durften sich auch enthalten, wenn

sie ihre Wahl nicht ausdrücken wollten. Anschließende Reflexionen innerhalb und außerhalb von VR zeigen die Auswirkungen dieser Übung auf die Perspektiven der Teilnehmenden und die Wirksamkeit von VR bei der Schaffung eines sicheren Raums für die Selbstreflexion über Vorurteile und ausgrenzende Ansichten. Der Ansatz wird verwendet, um das Verständnis für andere Kulturen zu verbessern (Hein et al., 2023).

VR, insbesondere mit Avataren, kann Stereotypen bekämpfen, das Bewusstsein für Ausgrenzung schärfen, Vorurteile abbauen und die interkulturelle Kompetenz fördern (Hein et al., 2024a (under review)). VR bietet eine einzigartige, immersive Bildungserfahrung, die sie für das inter- und transkulturelle Lernen im Englischunterricht wertvoll macht.

Damit wird RQ1a folgendermaßen beantwortet: Der gewinnbringende Einsatz von SVR beim inter- und transkulturellen Lernen mit dem Schwerpunkt auf virtuellen Avataren beinhaltet die Auseinandersetzung mit Stereotypen, Sensibilisierung für Ausgrenzungsmechanismen und Förderung der Selbstreflexion, um Vorurteilen entgegenzuwirken und die interkulturelle Kompetenz im Englischunterricht zu verbessern.

9.2.2.2 Gestaltungsbereich: Virtual Objects

SVR kann im Englischunterricht ein sehr effektives Werkzeug für inter- und transkulturelles Lernen sein, insbesondere wenn es um die Verwendung virtueller Objekte geht (Hein et al., 2021b, b). In einer systematischen Literaturrecherche (Hein et al., 2021a, b, c) wurde untersucht, wie immersive Technologien im Fremdsprachenunterricht eingesetzt werden. Hier wurde unter anderem festgestellt, dass virtuelle Objekte vor allem in AR-Anwendungen und zum Vokabellernen eingesetzt werden (Yang & Liao, 2015; Liu et al., 2018). Die Einbindung von Objekten in SVR ist nahezu grenzenlos und kann effektiv in den Fremdsprachenunterricht integriert werden. Dennoch ist es aufgrund dieser Grenzenlosigkeit, insbesondere im Hinblick auf das kulturelle Lernen, unerlässlich, auf mögliche Assoziationen und Konnotationen der Objekte zu achten, um kritische Zwischenfälle zu vermeiden. Daher wurde der *InteractionSuitcase* mit einer Sammlung von virtuellen Objekten entwickelt (Hein et al., 2021b), deren Konnotationen durch Online-Evaluationen ermittelt wurden (Hein et al., 2022b). Dieser Ansatz ermöglicht es den Lernenden beispielsweise den Kulturbegriff neu zu definieren, indem sie mit virtuellen Darstellungen von traditioneller Kleidung, Essen und anderen kulturellen Artefakten interagieren. Diese virtuellen Objekte dienen als Katalysator für eingehende Diskussionen über die kulturelle Bedeutung, die Geschichte

und den Kontext und verbessern so nicht nur spielerisch die Sprachkenntnisse, sondern können dabei auch interkulturelle Kompetenzen positiv beeinflussen. Darüber hinaus stellt dieses interaktive Engagement Stereotype infrage und fördert das Einfühlungsvermögen, da die Lernenden ein tieferes Verständnis für die Komplexität verschiedener Kulturen entwickeln. SVR bietet auch die Möglichkeit, die Verhaltensreaktionen der Lernenden auf kulturelle Reize zu bewerten, was Lehrpersonen Einblicke bietet, um ihre Lehrmethoden anzupassen. Lernende können diese virtuellen Objekte unabhängig voneinander erkunden und so ihr interkulturelles Wissen und ihre Sprachkenntnisse verbessern. Schließlich können Englischlehrpersonen SVR für ihre eigene Ausbildung und die Verwendung virtueller Objekte nutzen, um effektive interkulturelle Diskussionen und Aktivitäten in ihren Klassenzimmern zu erleichtern. Insgesamt schafft die Integration von SVR mit virtuellen Objekten einen dynamischen und immersiven Ansatz für interkulturelles Lernen, von dem sowohl Lehrende als auch Lehrpersonen profitieren.

Im Folgenden soll ein im Rahmen des entwickelten Seminars entstandenes Unterrichtsbeispiel vorgestellt werden, in dem die virtuellen Objekte und der *InteractionSuitcase* im Fokus standen. In diesem Seminarconcept nutzten die Studierenden die Gallery-Walk-Methode (Klett, 2014) in SVR, um Lernende in transkulturelle Lernprozesse einzubinden. Dabei lag der Schwerpunkt auf Interaktion und Kommunikation, um Gemeinsamkeiten mit Lernenden aus unterschiedlichen kulturellen Kontexten zu identifizieren. Durch die Interaktion mit einer begrenzten Auswahl an virtuellen Objekten aus dem *InteractionSuitcase* initiierten die Teilnehmenden Kommunikationsprozesse, was die Wirksamkeit der Methode veranschaulichte. Im Rahmen des Seminars wurde auch die interkulturelle Kompetenz der Studierenden anhand eines Fragebogens eruiert, der unterschiedliche Erfahrungen in Bezug auf Einfühlungsvermögen und Perspektivenübernahme bei kulturellen Begegnungen aufzeigte. Die Komplexität des Fragebogens führte zu Überlegungen für seine Verfeinerung in der zukünftigen Forschung (Hein et al., 2023). Detaillierte Beschreibungen und weitere Ergebnisse auch zur Begleiterhebung der Seminarconzepte können in der Publikation von Hein et al. (2023) nachgelesen werden.

Damit wird RQ1b folgendermaßen beantwortet: Der Einsatz von SVR mit Schwerpunkt auf virtuellen Objekten, insbesondere des *InteractionSuitcase*, erweist sich als äußerst effektiv für inter- und transkulturelles Lernen im Englischunterricht. Virtuelle Objekte ermöglichen es den Lernenden, kulturelle Kon-

zepte zu erforschen und neu zu definieren, indem sie tiefgreifende Diskussionen anregt und Stereotypen hinterfragt. Der Einsatz von SVR ermöglicht es den Lehrpersonen, die Reaktionen der Lernenden auf kulturelle Stimuli zu bewerten und bietet so Erkenntnisse für maßgeschneiderte Lehrmethoden. Insgesamt schafft die Integration von VR mit virtuellen Objekten einen immersiven Ansatz, der die Sprachkenntnisse und interkulturellen Kompetenzen verbessert.

9.3 Entwicklung eines Seminarconzepts

Ziel des Forschungsprojektes war es, das Potenzial von SVR für das inter- und transkulturelle Lernen im Englischunterricht zu erforschen. Hierfür wurde in drei Forschungszyklen ein Seminarconzept für die universitäre Lehrpersonenausbildung im Fach Englisch am Gymnasium entworfen (Hein et al., 2021c; Steinbock et al., 2022) und weiterentwickelt, in dem Studierende eigene Unterrichtsideen in VR entwickeln und evaluieren. Begleitend wurden Erhebungen durchgeführt, die Aussagen über die Attraktivität der VR-Umgebung und das von den Studierenden eingeschätzte Potenzial geben sollten (Hein et al., 2022a, 2023). Im Folgenden werden die drei Seminarzyklen vorgestellt.

9.3.1 Seminarzyklus 1

Im Wintersemester 2021/2022 wurde an der Universität Würzburg ein Blockseminar durchgeführt, das sich mit der Gestaltung von inter- und transkulturellen Lernerfahrungen in SVR für Englischlernende in der Oberstufe beschäftigte. Das Seminar umfasste theoretische Sitzungen zu den Themen „Inter- und transkulturelles Lernen im Englischklassenzimmer“, „Digital Literacy and 21st Century Skills“ und „The Affordances and Constraints of Social VR“. Es folgten praktische Sitzungen mit explorativen und geleiteten VR-Interventionen. Das Seminar war so konzipiert, dass es den Studierenden die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt. Im Themenblock „Inter- und transkulturelles Lernen im Englischklassenzimmer“ wurden die Studierenden mit verschiedenen Themen vertraut gemacht, darunter die Konzepte des inter- und transkulturellen Lernens (vgl. Volkmann, 2012; Delanoy, 2017), Global Citizenship Education (vgl. Cates, 2013; Römhild & Matz, 2021a), der curriculare Rahmen für die gymnasiale Oberstufe (vgl. ISB), Modelle des inter- und transkulturellen Lernens (vgl.

Byram, 1997; Bennett; Eisenmann, 2015) und Fremdsprachenunterricht mit einer antirassistischen Perspektive (vgl. Braselmann, 2021; Röhild & Matz, 2021b; Braselmann, 2023).

Der Block „Digital Literacy and 21st Century Skills“ befasste sich mit der Geschichte der digitalen Entwicklungen im Englischunterricht und den digitalen Kompetenzstrukturen von DigComp und DigCompEdu im Sinne der entsprechenden Kompetenzen im LehrplanPLUS (vgl. ISB). Im Block „Affordances and Constraints of Social VR“ (Möglichkeiten und Grenzen der sozialen VR) lernten die Studierenden die VR-Theorie und ihre pädagogischen Anwendungen kennen und erörterten die wichtigsten Möglichkeiten wie Verkörperung und Immersion sowie deren Grenzen. Die VR-Plattform und der *InteractionSuitcase* wurden vorgestellt. Abb. 9.2 zeigt das Konzept des Seminars als grafische Übersicht:

Während der Übungseinheiten wandten die Studierenden ihr VR-Wissen an und entwickelten Unterrichtsideen. Daraus entstanden drei Ideen, die die Studierenden (N=9) in einer Präsenz-Sitzung zum Abschluss des Blockseminars vorführten. Auf diese Weise konnten die Ideen verfeinert werden, und es entstanden zwei erfolgreiche Unterrichtsbeispiele, die die Studierenden zu engagierten Diskussionen anregten. Um die Beispiele nach Methode, Kompetenzbereich und zentrale immersiven Eigenschaften nach Wienrich et al. (2021) zu kategorisieren,

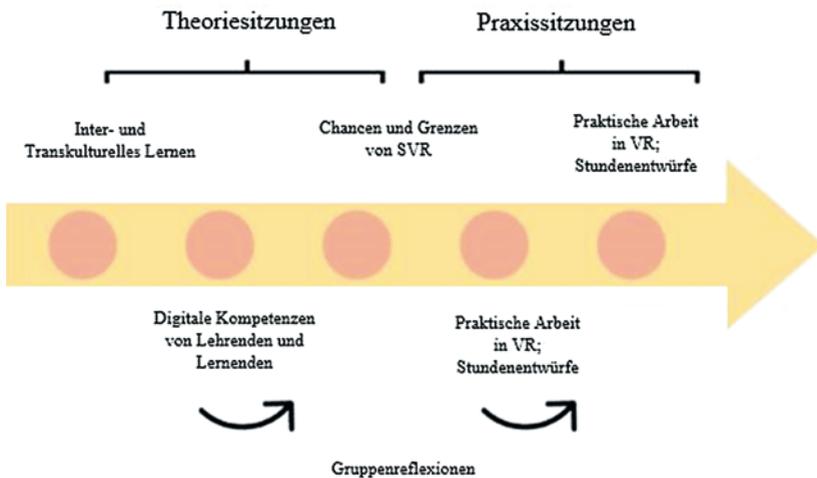


Abb. 9.2 Seminar design im ersten Forschungszyklus (vgl. Steinbock et al., 2022). (Eigene Darstellung)

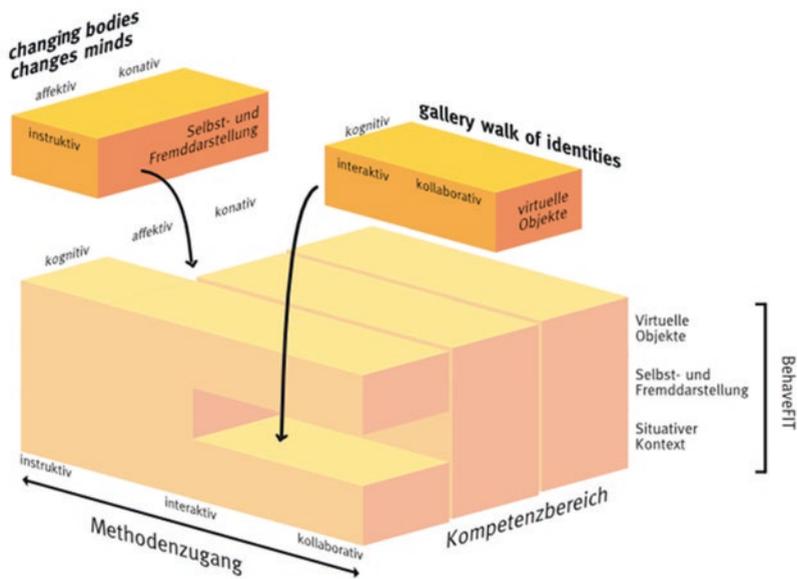


Abb. 9.3 In Forschungszyklus 2 entwickelte Methoden-Map (Steinbock et al., 2022; Hein et al., 2023). (Eigene Darstellung)

wurde eine Methodenkarte entwickelt, wie in Abb. 9.3 anhand der Beispiele „Changing bodies changes minds“ und „Gallery walk of identities“ dargestellt.

Im ersten Forschungszyklus waren die Teilnehmenden in den Theoriediskussionen aktiv, hatten aber Schwierigkeiten, die Theorie in die Praxis umzusetzen. Sie benötigten erhebliche Unterstützung bei der Entwicklung von Unterrichtsideen, was betreuungsintensivere Praxissitzungen zu Folge hatte. Dieses Feedback führte zu Anpassungen im folgenden Zyklus, um die Lernerfahrung zu verbessern.

9.3.2 Seminarzyklus 2

Eine zentrale Erkenntnis aus dem ersten Forschungszyklus war die Herausforderung für die Studierenden, die Theorie mit der Praxis zu verknüpfen. Infolge wurde der Seminaaraufbau im Wintersemester 2022/2023 umstrukturiert, sodass

die Teilnehmenden von Beginn an VR erleben und konkrete Vorstellungen zur Arbeit in VR entwickeln konnten. In jeder Seminarsitzung fanden nun Theorie- und Praxisphasen statt.

Um mehr Zeit für VR zu schaffen, änderten wir die Seminarstruktur, indem wir eine Theoriesitzung durch spezielle VR-Forschungsergebnisse, bspw. im Bereich der Verkörperungserfahrung ersetzten. Sechs der Studierenden entwickelten zwei Unterrichtsideen, aber die Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Theorie in die VR-Praxis blieben bestehen. Die Rückmeldungen zeigten, dass klarere Richtlinien erforderlich waren, was zu einer umfassenden Überarbeitung für den dritten Forschungszyklus führte.

9.3.3 Seminarzyklus 3

Der dritte Seminarzyklus im Sommer 2023 verbesserte die theoretische Unterstützung durch eigenständige VR-Arbeit. Lernmodule wurden auf der WueCampus-Plattform für flexibles, selbstbestimmtes Lernen eingeführt. Die von den Dozentinnen geleiteten Theoriesitzungen wurden verkürzt und die Studierenden erhielten Leitfragen für Gruppendiskussionen sowie Reflexion. So wurde beispielsweise ein Lernmodul zum Thema „Inter- und transkulturelles Lernen“ eingeführt. Dieses enthält Themenblöcke zu aktuell in der Fremdsprachendidaktik-forschung diskutierten Themen wie „A Model for Intercultural Communicative Competence“ (Byram, 2021), „Crossovers – Postcolonial Literature and Transcultural Learning“ (Eisenmann, 2015), „Ecology, Cultural Awareness, Anti-Racism and Critical Thinking: Integrating Multiple Perspectives in Foreign Language Teaching“ (Braselmann et al., 2021), „Remedying negative stereotypes by identifying the origins of stereotypes: from semantic or affective learning?“ (Furumura et al., 2014), „Combining Skype with Blogging: A chance to stop reinforcement of stereotypes in intercultural exchanges?“ (Kirschner, 2015), „Stereotypes: It’s not all about tea – Britons like coffee too“ und die beiden Unterrichtsbeispiele aus Abschn. 9.2.2.1 und 9.2.2.2.

In diesem Modul hatten die Studierenden Zugang zu einführenden Texten, Unterrichtsbeispielen und Multimedia-Ressourcen. Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl (N=3) arbeiteten die Studierenden zusammen und erstellten ein umfangreicheres Unterrichtsbeispiel mit sequenziellen VR-Aktivitäten. Sie benötigten nur minimale Unterstützung durch die Dozentinnen und entwickelten ihre Ideen selbstständig. Auf der Grundlage dieser Erfahrungen folgt das Seminar im Wintersemester 2023/2024 demselben Format wie im dritten Zyklus.

9.4 Implikationen und Anschlussforschung

Ziel des Forschungsprojekts war es, das Potenzial von SVR für inter- und transkulturelles Lernen im Englischunterricht zu untersuchen. Im Folgenden möchten wir besonders wirkungsvolle Faktoren zusammenfassen; mit diesem Abschnitt beantworten wir **RQ2**.

Das frühe Eintauchen in SVR während des zweiten Seminarzyklus‘ führte zu positiven Ergebnissen durch frühe praktische Lernerfahrungen. Auch die Einbeziehung von Modulen zum selbstgesteuerten Lernen während des dritten Zyklus‘ erwies sich als wirksame Strategie zur Verknüpfung und besserem Transfer zwischen Theorie und Praxis. Dieser Transfer kann eine Herausforderung sein und profitiert von einem praxisbezogenen Ansatz. Selbstgesteuerte Lernmodule können die Lernerfahrung verbessern, aber ihr volles Potenzial sollte weiter erforscht werden.

Der strategische Einsatz von virtuellen Avataren und Objekten erwies sich als wirksam, um Stereotype zu hinterfragen, das Bewusstsein für ausgrenzende Dynamiken zu schärfen und die Entwicklung interkultureller Kompetenz zu fördern. Virtuelle Avatare und Objekte sind leistungsstarke Werkzeuge für das interkulturelle Lernen, aber ihr Einsatz muss mit kultureller Sensibilität erfolgen. Die Auswirkung kulturell konnotierter virtueller Umgebungen erfordert weitere Forschung.

Ein ausgewogener Seminarplan sollte Struktur mit freier Lern- und Erkundungszeit kombinieren, um die Lernerfahrung zu optimieren. Zu den Schlüsselfaktoren gehören eine solide theoretische Grundlage mit anschaulichen Beispielen, frühzeitige VR-Exposition, Anleitung und Anpassungsfähigkeit durch die Dozierenden sowie regelmäßiges Feedback. Das Format „Blockseminar“ hat sich als sehr nützlich erwiesen. Es bietet die Möglichkeit, sich länger mit SVR zu beschäftigen und dabei potenzielle technische Herausforderungen zu bewältigen, die in solchen Kontexten zu erwarten sind. Durch die Verringerung des Zeitdrucks fördert dieses Format die Gelassenheit der Studierenden und verringert die mit neuen Technologien verbundenen Ängste. Was virtuelle Umgebungen betrifft (**RQ1c**), so können Emotionen, Präsenz, Kommunikation und Kreativität beeinflusst werden (Cogburn et al., 2018; Chung et al., 2022; Pena & Blackburn, 2013; Guegan et al., 2017; Oberdörfer et al., 2021). Im Zusammenhang mit interkulturellen Begegnungen in SVR muss die Gestaltung kulturell konnotierter virtueller Umgebungen sorgfältig geprüft werden, um sicherzustellen, dass sie geeignet sind. Daher haben wir in einer begleitenden Studie die Gestaltung von virtuellen Umgebungen untersucht: Kulturell nicht konnotierte Umgebungen können die kognitive interkulturelle Kompetenz effektiver fördern, während kulturell kon-

notierte Umgebungen, also Umgebungen, die typische Eigenschaften für einen bestimmten Kulturraum haben, vor allem auf emotionaler Ebene ansprechende interkulturelle Erfahrungen fördern, ohne Einfluss auf Voreingenommenheit, wobei das Risiko der Aufrechterhaltung von Stereotypen berücksichtigt werden muss (Hein et al., 2024b (under review)). Es ist von entscheidender Bedeutung, die Nuancen der Gestaltung virtueller Umgebungen und ihre Auswirkungen auf interkulturelle Erfahrungen weiter zu erforschen und die Rolle verschiedener Faktoren zu erkennen. Bislang wurden im Rahmen des Seminars keine verschiedenen Umgebungen bereitgestellt. Im vierten Zyklus des Seminars (WS 2023/24) stehen den Studierenden die beiden evaluierten Umgebungen aus der Begleitstudie zur Verfügung.

9.5 Zusammenfassung: Erweiterte Möglichkeiten für das inter- und transkulturelle Lernen durch Social VR im Englischunterricht

Dieser Beitrag hat das Potenzial von SVR zur Förderung des inter- und transkulturellen Lernens im Englischunterricht untersucht. Der heutige Englischunterricht, in dem die Sensibilisierung der Lernenden für Diskriminierung, Stereotypen und Rassismus immer wichtiger wird, erfordert innovative Ansätze. Immersive VR-Erfahrungen, insbesondere in Form von SVR, bieten einen transformativen Weg, um diese pädagogischen Herausforderungen anzugehen.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Entwicklung eines Seminarkonzepts, das angehende Lehrpersonen in die SVR und ihre Möglichkeiten zur Entwicklung inter- und transkultureller Kompetenzen einführt. Dazu wurde eine SVR speziell mit kulturkritischen Avataren und Objekten (*InteractionSuitcase*) entwickelt und evaluiert. Der Einsatz von SVR hat dazu geführt, dass unsere Studierenden exemplarische Unterrichtskonzepte erstellen konnten und so nicht nur digitale, sondern auch inter- und transkulturelle Handlungskompetenzen erwerben konnten. Darüber hinaus wurden Designbereiche wie virtuelle Objekte, virtuelle Avatare und virtuelle Umgebungen erforscht und die Auswirkungen dieser Elemente auf interkulturelle Interaktionen in SVR ermittelt.

Wir betonen das enorme Potenzial von SVR als Katalysator für positive Veränderungen im Englischunterricht und die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit im Bildungsbereich. Abschließend unterstreichen unsere Ergebnisse die Bedeutung eines ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatzes, um die vorherrschenden Lücken in diesem Bereich zu schließen. Dieser Ansatz erstreckt sich auf die Ausbildung von Lehrpersonen und die Nutzung von SVR zur Förderung des

interkulturellen Lernens. Unsere Arbeit bietet praktische Einblicke, die Personen aus pädagogischen und didaktischen Forschungs- und Arbeitsfeldern bei der Implementierung von SVR für inter- und transkulturelle Kompetenzen unterstützen.

Literatur

- Braselmann, S., Glas, K., & Volkmann, L. (2021a). Ecology, cultural awareness, anti-racism, and critical thinking: Integrating multiple perspectives in foreign language teaching. *Ecozon@ 12*(1), 8–24.
- Braselmann, S. (2021). Activism or ‚Slacktivism?‘ Politisches Engagement im Internet am Beispiel von #BlackLivesMatter und #BlackOutTuesday reflektieren. In R. Römhild & F. Matz (Hrsg.). *Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch: Black Lives Matter*, 173, 26–31.
- Braselmann, S. (2023). I’m not racist! – Addressing racism in predominantly white classrooms with cooperatively designed multimodal text ensembles. In C. Ludwig & T. Summer (Hrsg.), *Taboos and challenging topics in foreign language education* (S. 168–180). Routledge.
- Byram, M. (1997). Cultural awareness as vocabulary learning. *Language learning journal*, 16(1), 51–57.
- Byram, M. (2021). *Teaching and assessing intercultural communicative competence: Revisited*. Multilingual Matters.
- Cogburn, C. D., Bailenson, J., Ogle, E., Asher, T., & Nichols, T. (2018, August). 1000 cut journey. In *ACM SIGGRAPH*, Bd. 1.
- Chung, S. J., Jo, H. J., & Lee, H. (2022). A comparison of behaviours and responses towards different social VR environments in initial social interaction. *Archives of Design Research*, 35(3), 53–67.
- Delanoy, W. (2017). From the „Inter“ to „Trans“?. In M. Eisenmann & T. Summer (Hrsg.), *Basic Issues in EFL teaching and learning* (S. 157–167). Winter.
- Eisenmann, M. (2015). Crossovers – Postcolonial literature and transcultural learning. In W. Delanoy, M. Eisenmann, & F. Matz (Hrsg.), *Learning with literature in the EFL classroom* (S. 217–236). Lang.
- Furumura, Y., Lebedko, M., & Tsai, Y. (Hrsg.) (2014). *Critical cultural awareness: Managing stereotypes through intercultural (language) education*. Cambridge Scholars Publishing.
- Groom, V., Bailenson, J. N., & Nass, C. (2009). The influence of racial embodiment on racial bias in immersive virtual environments. *Social Influence*, 4(3), 231–248.
- Guegan, J., Nelson, J., & Lubart, T. (2017). The relationship between contextual cues in virtual environments and creative processes. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 20(3), 202–206.
- Handley, R., Guerra, B., Goli, R., & Zytka, D. (2022). Designing social VR: A collection of design choices across commercial and research applications. *arXiv preprint arXiv:2201.02253*.

- Hein, R. M., Wienrich, C., & Latoschik, M. E. (2021a). A systematic review of foreign language learning with immersive technologies (2001–2020). *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 5(2).
- Hein, R., Steinbock, J., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2021b). Development of the InteractionSuitcase in virtual reality to support inter-and transcultural learning processes in English as Foreign Language education. In *DELFI 2021* (S. 91–96). Gesellschaft für Informatik e. V.
- Hein, R., Steinbock, J., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2021c). Inter- und Transkulturelles Lernen in Virtual Reality – Ein Seminarkonzept für die Lehrkräfteausbildung im Fach Englisch. *Wettbewerbsband AVRiL 2021*. (S. 34–39). Gesellschaft für Informatik e. V. https://doi.org/10.18420/avril2021_05. Zugegriffen: 29. Sept. 2023.
- Hein, R., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2022a). Usability and user experience of virtual objects supporting learning and communicating in virtual reality. In *Proceedings of Mensch und computer*, 2022, (518–522).
- Hein, R. M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2022b). Inter-and transcultural learning in social virtual reality: A proposal for an inter-and transcultural virtual object database to be used in the implementation, reflection, and evaluation of virtual encounters. *Multi-modal Technologies and Interaction*, 6(7), 50.
- Hein, R., Steinbock, J., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2023). Virtual Reality im modernen Englischunterricht und das Potenzial für inter- und transkulturelles Lernen: Eine Pilotstudie. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 51(AR/VR – Part 2), 191–213. <https://doi.org/10.21240/mpaed/51/2023.01.18.X>. Zugegriffen: 29. Sept. 2023.
- Hein, R., Wienrich, C., & Latoschik, M. E. (2024a). Effects of the appearance of self- and others' avatars on intercultural competence in social VR. In *Proceedings of the IEEE virtual reality conference 2024* [Status: Under Review].
- Hein, R., Feldmann, S., Wienrich, C., & Latoschik, M. E. (2024b). The Impact of virtual environments on intercultural encounters: An Exploratory virtual reality study. In *Proceedings of the CHI conference (CHI '24)* [Status: Under Review].
- Johnson-Glenberg, M. C. (2018). Immersive VR and education: embodied design principles that include gesture and hand controls. *Frontiers Robotics AI*, 5(81). <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00081>. Zugegriffen: 29. Sept. 2023.
- Jonas, M., Said, S., Yu, D., Aiello, C., Furlo, N., & Zytco, D. (2019). Towards a taxonomy of social vr application design. In *Extended abstracts of the annual symposium on computer-human interaction in play companion extended abstracts* (S. 437–444).
- Kirschner, L. L. (2015). Combining Skype with Blogging: A chance to stop reinforcement of stereotypes in intercultural exchanges? *The EuroCALL Review*, 23(1), 24–30.
- Klett Verlag (2014). Kooperative Lernformate. https://www2.klett.de/sixcms/media.php/229/W_KV_Kooperative_Lernformen_Uebersicht.pdf. *Front. Robot.* Zugegriffen: 18. Okt. 2023.
- Kramsch, C. (1999). Thirdness: The intercultural stance. In T. Vestergaard (Hrsg.), *Language, culture and identity* (S. 41–58). Aalborg U Press.
- Liu, E., Liu, C., Yang, Y., et al. (2018). Design and implementation of an augmented reality application with an English learning lesson. In *2018 IEEE International conference on teaching, assessment, and learning for engineering (TALE)* (S. 494–499).

- Liu, Q., & Steed, A. (2021). Social virtual reality platform comparison and evaluation using a guided group walkthrough method. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 668181.
- Maister, L., Slater, M., Sanchez-Vives, M. V., & Tsakiris, M. (2015). Changing bodies changes minds: Owning another body affects social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(1), 6–12.
- McVeigh-Schultz, J., Kolesnichenko, A., & Isbister, K. (2019). Shaping pro-social interaction in VR: An emerging design framework. In *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems* (S. 1–12).
- Nowak, K. L., & Fox, J. (2018). Avatars and computer-mediated communication: A review of the definitions, uses, and effects of digital representations. *Review of Communication Research*, 6, 30–53.
- Oberdörfer, S., Heidrich, D., Birnstiel, S., & Latoschik, M. E. (2021). Measuring the Effects of Virtual Environment Design on Decision-Making. In *2021 IEEE Conference on virtual reality and 3D user interfaces abstracts and workshops (VRW)* (S. 442–443). IEEE.
- Peck, T. C., Seinfeld, S., Aglioti, S. M., & Slater, M. (2013). Putting yourself in the skin of a black avatar reduces implicit racial bias. *Consciousness and Cognition*, 22(3), 779–787.
- Peña, J., & Blackburn, K. (2013). The priming effects of virtual environments on interpersonal perceptions and behaviors. *Journal of Communication*, 63(4), 703–720.
- Ratan, R., Beyea, D., Li, B. J., & Graciano, L. (2020). Avatar characteristics induce users' behavioral conformity with small-to-medium effect sizes: A meta-analysis of the proteus effect. *Media Psychology*, 23(5), 651–675.
- Ripka, G., Grafe, S., & Latoschik, M. E. (2020). Preservice Teachers' encounter with social VR – Exploring virtual teaching and learning processes in initial teacher education. In E. Langran (Hrsg.), *SITE interactive conference* (S. 549–562). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Römhild, R., & Matz, F. (2021b). This is not a moment, it's a movement – Kritische Diskursfähigkeit am Thema Black Lives Matter fördern. *FUE: Black Lives Matter* (173), 2–7.
- Römhild, R., & Matz, F. (2021a). Cultural learning for and through global Englishes. In M. Callies, S. Hehner, P. Meer, & M. Westphal (Hrsg.), *Glocalising teaching english as an international language: New perspectives for teaching and teacher education in Germany* (S. 139–157). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003090106>. Zugegriffen: 14. Sept. 2023.
- Steinbock, J., Hein, R., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2022). Virtual reality im modernen Englischunterricht und das Potenzial für Inter-und Transkulturelles Lernen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 246–266.
- Wienrich, C., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Grafe, S. (2020). CoTeach-connected teacher education. *VRinSight Greenpaper*, 124, 53–55.
- Wienrich, C., Döllinger, N., & Hein, R. (2021). Behavioral framework of immersive technologies (BehaveFIT): How and why virtual reality can support behavioral change processes. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 627194.
- Yee, N., & Bailenson, J. (2007). The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human communication research*, 33(3), 271–290.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Interdisziplinäre Entwicklung eines Konzepts für die Weiterbildung von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung unter Nutzung von Social Virtual Reality

10

Kristina Förster, Rebecca Hein, Carolin Wienrich,
Marc Erich Latoschik und Silke Grafe

10.1 Einleitung

Angesichts der sich wandelnden Medienlandschaft und sich verändernden Gesellschaftsstrukturen ergeben sich Chancen und Herausforderungen für Schule und Unterricht und damit auch Aufgaben für die universitäre Lehrpersonenbildung.

K. Förster · S. Grafe (✉)
Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Schulpädagogik, Julius-Maximilians-Universität
Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: silke.grafe@uni-wuerzburg.de

K. Förster
E-Mail: kristina.foerster@uni-wuerzburg.de

R. Hein
Institut Mensch-Computer-Medien, Lehrstuhl für Informatik IX (Mensch-Computer-
Interaktion), Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: rebecca.hein@uni-wuerzburg.de

C. Wienrich
Institut Mensch-Computer-Medien, Julius-Maximilians-Universität Würzburg,
Würzburg, Deutschland
E-Mail: carolin.wienrich@uni-wuerzburg.de

M. E. Latoschik
Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik IX (Mensch-Computer-Interaktion),
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: marc.latoschik@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_10

159

Dozierenden kommt dabei die wichtige Rolle zu, medienpädagogische und interkulturelle Kompetenzen ihrer Studierenden für die Vorbereitung auf die zukünftige Schulpraxis zu fördern (z. B. Tondeur et al., 2019; Cushner & Mahon, 2009). Hierfür benötigen Dozierende selbst entsprechende Kompetenzen, über die sie jedoch nicht hinreichend verfügen (ibid.). Die Verwendung von SVR-Lernumgebungen bietet besondere Potenziale zur Förderung von Wissenserwerb und Kompetenzen von Dozierenden (vgl. z. B. Schröter et al., 2021).

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel der vorliegenden Forschung, in interdisziplinärer Zusammenarbeit ein Weiterbildungskonzept und eine SVR-Lernumgebung (weiter)zuentwickeln, die geeignet sind, die interkulturelle medienpädagogische Kompetenz von Dozierenden in der Lehrpersonenbildung zu fördern. Die forschungsleitende Frage lautet entsprechend:

Wie sollte ein Konzept für die Weiterbildung von Dozierenden unter Nutzung von Social Virtual Reality aus medienpädagogischer bzw. hochschuldidaktischer Perspektive gestaltet sein, um interkulturelle medienpädagogische Kompetenz zu fördern?

In diesem Beitrag werden der Ansatz einer gestaltungsorientierten Bildungsforschung und die Schritte des interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsprozesses dargestellt und Konsequenzen für zukünftige Forschung und Bildungspraxis abgeleitet.

10.2 Gestaltungsorientierte Bildungsforschung

Aus medienpädagogischer bzw. hochschuldidaktischer Perspektive wurde der Ansatz der praxis- und theorieorientierten Entwicklung und Evaluation von Konzepten für pädagogisches Handeln gewählt (Tulodziecki et al., 2013; Tulodziecki et al., 2018). Dieser Zugang ist zur Beantwortung der Forschungsfrage aus medienpädagogischer bzw. hochschuldidaktischer Sicht besonders geeignet, weil in einem zirkulären und iterativen Prozess durch Theorieentwicklung und empirisches Vorgehen ein praxisrelevanter Beitrag für die Professionalisierung geleistet werden kann. Auf Grundlage der einführungsbeschriebenen praxis- und theorielevanten Zielstellung wurden vor dem Hintergrund der Bedingungen hochschuldidaktischer Weiterbildung und der Voraussetzungen der Dozierenden erziehungswissenschaftlich fundierte Aktivitäten aufseiten der Dozierenden und passende

pädagogische Maßnahmen für die Weiterbildung identifiziert. Auf dieser Basis wurden Weiterbildungseinheiten konkretisiert, implementiert und die Zielerreichung sowie mögliche Nebenwirkungen empirisch untersucht.

Die Konkretisierung dieser Forschungsprozesse wird im Folgenden erläutert.

10.3 Analyse theoretischer und empirischer Grundlagen

Aus medienpädagogischer bzw. hochschuldidaktischer Perspektive stellen die Präzisierung der Lernvoraussetzungen der avisierten Zielgruppe sowie der pädagogischen Zielvorstellungen für die Weiterbildung erste wichtige Forschungsschritte dar (Tulodziecki et al., 2013). Aus diesem Grund wurde eine systematische Analyse von ausgewählten medienpädagogischen Kompetenzmodellen für Dozierende durchgeführt (Förster & Grafe, 2021), um geeignete theoretische Grundlagen für die Entwicklung des Weiterbildungskonzepts zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigen, dass das Teacher Educator Technology Competencies Modell TETCs (Foulger et al., 2017) zielführend erscheint, weil eine der zwölf medienpädagogischen Kompetenzen einen kulturellen Fokus aufweist, demzufolge Dozierende a) in mediengestützten transnationalen Lernsettings Verhalten modellieren, b) hochschuldidaktische Konzepte für interkulturelle mediengestützte Lernsettings gestalten sowie c) mögliche Problemlagen für interkulturelle mediengestützte Lernsettings erkennen und adressieren können sollten (Foulger et al., 2017). Entsprechend konnte vor diesem Hintergrund die Zielperspektive des Konzepts für die Weiterbildung präzisiert werden. Gleichzeitig wurde im Zuge der Analyse deutlich, dass kulturbezogene Aspekte in TETC 8 durch ihre Genese im Rahmen einer Delphi-Studie (Foulger et al., 2017) eine weiterführende Explizierung vor dem Hintergrund von Kultur- und Interkulturalitätskonzepten (Bolten, 2014; Fantini, 2020) benötigten. Hinsichtlich der Ausgangslage der Lernvoraussetzungen zeigen Forschungsergebnisse, dass der TETC 8 von Dozierenden als schwer umsetzbar erachtet wird (z. B. Carpenter et al., 2020).

10.4 Technische Umsetzung

Im folgenden Abschnitt wird die für diesen Ansatz konzipierte SVR-Anwendung vorgestellt. Hierbei werden einzelne Komponenten und Design-Elemente der Anwendung sowie die technische Umsetzung innerhalb der Sitzungen erläutert.

10.4.1 Hardware

Während der Weiterbildungseinheiten wurde allen Teilnehmenden ein VR-fähiger Gaming-Laptop (Intel(R) Core (TM) i7–10750 H CPU) mit einer NVIDIA GeForce RTX 2080 Super und 16 GB RAM zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des ersten Zyklus wurde als Head-Mounted-Display (HMD) die Oculus Rift S verwendet. Diese hat eine Bildschirmauflösung von 1280×1440 Pixeln pro Auge, ein Sichtfeld von 88° und läuft mit einer Bildwiederholrate von 80 Hz (Oculus, n. d.). Später im Projekt wurde die HP Reverb G2 VR-Brille genutzt, die eine Bildschirmauflösung von 2160×2160 Pixeln pro Auge, ein Sichtfeld von $98,85^\circ$ und eine Bildwiederholrate von 90 Hz (HP, n. d.) hat. Die HP Reverb G2 ist leistungsfähiger als die Oculus Rift S, da das höher auflösende Display ein detaillierteres und immersiveres Erlebnis ermöglicht. Immersive Technologien, wie VR, bieten nicht nur ein großes Potenzial zur Verbesserung der Kompetenzentwicklung und zur Förderung einer größeren Akzeptanz, sondern zeichnen sich auch durch die Schaffung innovativer Lehr- und Lernformate aus, die letztlich zu effektiveren Lernergebnissen führen (Oberdörfer et al., 2019, 2020; Wienrich et al., 2021, Hein et al., 2021a). Darüber hinaus stellt die Reverb G2 in Bezug auf den Datenschutz eine unabhängigere Option dar, was dem Einsatz im universitären Kontext entgegenkommt. Die umgesetzten Prototypen funktionieren außerdem mit anderen gängigen VR-Brillen, wie zum Beispiel Oculus Quest 2 (Meta, n. d.) oder Pico Neo 3 (Pico, n. d.).

10.4.2 Die Social VR-Anwendung und deren Komponenten

Die Gestaltung des hochschuldidaktischen Weiterbildungskonzepts im Sinne der Forschungsfragen erforderte die Weiterentwicklung einer geeigneten SVR-Lernumgebung. Die SVR-Anwendung *ViLeArn*¹ ist eine Plattform für Lernende und Lehrende (Latoschik et al., 2019), die mit dem *Reality Stack* unter Verwendung von Software wie Unity (Unity, n. d.) und Steam VR (Steam, n. d.) entwickelt wurde. Der *Reality Stack* wurde durch verschiedene Vorläuferprojekte und Ressourcen der Forschungsgruppen Human–Computer Interaction (HCI Group)²

¹ <https://vilearn.hci.uni-wuerzburg.de/publications/>

² <https://hci.uni-wuerzburg.de>.

und Psychology of Intelligent Interactive Systems (PIIS).³ entwickelt. *ViLearn* ist ein Beispiel für eines der interdisziplinären Vorläuferprojekte zwischen den Forschungsgruppen der Human–Computer Interaction (HCI Group) und des Lehrstuhls für Schulpädagogik, die die Grundlagen im Bereich der situierten virtuellen Lernumgebungen und der sozialen Interaktion gelegt haben.

Innerhalb von *ViLeArn* gibt es verschiedene Basis-Funktionen und Komponenten, die von Nutzer:innen individuell angepasst werden können.

10.4.2.1 Basis-Funktionen

Zu den Basis-Funktionen gehören die „Schnelleinstellungen“, die jederzeit über Buttons am Handgelenk zugänglich sind (siehe Abb. 10.1, rechts). Mit diesen Einstellungen können Nutzer:innen das Mikrofon steuern, das Tablet öffnen und schließen, Controller-Hinweise für die Steuerung ein- oder ausblenden und zwischen einer virtuellen Hand und einem digitalen Stift wechseln (Kern et al., 2021). Die Benutzer:innen können auf dem Tablet entweder mit dem Stift, der Hand oder der Tastatur schreiben. Die auf dem Tablet angezeigten Inhalte sind per se privat, Benutzer:innen können jedoch ihre Inhalte über die Präsentationsfläche im Raum über das Tablet mit der Gruppe teilen. Mit dem Tablet können auch Screenshots der VR-Präsentationsfolien erstellt und Sprachaufnahmen gemacht werden. Die Nutzer:innen können über das Tablet zwischen den Räumen wechseln und Moderator:innen können zusätzlich verschiedene Aufgaben verwalten. Darüber hinaus kann über das Tablet ein Timer gesetzt werden.

Für die Nutzung im Rahmen des Weiterbildungskonzepts wurden die Kollaborations- und Portfolioplattformen WueMahara und Notion integriert, damit Inhalte synchron innerhalb von *ViLeArn* und über einen Webbrowser außerhalb der VR-Umgebung erstellt, geteilt und bearbeitet werden können. WueMahara dient als E-Portfolio-Software, mit der Einzelpersonen digitale Portfolios erstellen, um ihre Seminarinhalte dokumentieren, reflektieren und darstellen zu können (Mahara, n. d.). Notion ist eine beliebte All-in-One-Anwendung zum Erstellen, Verwalten und Organisieren einer Vielzahl digitaler Inhalte, darunter Notizen, Dokumente, Aufgaben und vieles mehr (Notion, n. d.).

10.4.2.2 Anpassbare Komponenten

ViLeArn bietet umfangreiche Anpassungsmöglichkeiten für die Nutzenden, wie zum Beispiel die Möglichkeit, Avatare im Lobbybereich beim Start der Anwendung zu gestalten. Generell ist es in *ViLeArn* möglich, zwischen fotorealistischen,

³<https://www.mcm.uni-wuerzburg.de/piis/>

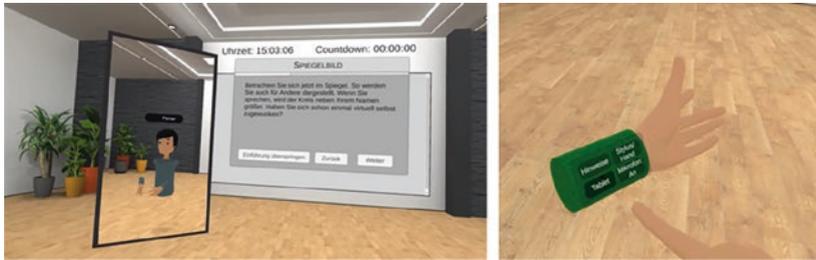


Abb. 10.1 Diese Abbildung zeigt einen Teil des Tutorials, das zwischen dem Erstellen des Avatars (außerhalb von VR) und dem Beitreten des Social Rooms von den Nutzenden durchgeführt wird. Hier wird der Avatar kalibriert und die Nutzenden können ihre Verkörperung in einem virtuellen Spiegel sehen (links). Die „Schnelleinstellungen“, die über Buttons am Handgelenk gesteuert werden können, sind rechts abgebildet. (Eigene Darstellung)

stilisierten oder abstrakten Avataren zu wählen (Latoschik et al., 2019, siehe Abb. 10.2, links). In den hier dargestellten Interventionen wurden ausschließlich stilisierte Avatare verwendet, da sie genügend Spielraum für Individualisierung lassen (Anpassung der Hautfarbe, T-Shirt-Farbe, etc.) und auch in den meisten kommerziellen Anwendungen verwendet werden. Nach der Erstellung eines Avatars in der Lobby (siehe Abb. 10.2, rechts) betreten die Nutzer:innen einen privaten Raum, in dem sie ein interaktives Tutorial absolvieren und ihre virtuelle Verkörperung in einem Spiegel sehen können (siehe Abb. 10.1, links), sich mit der virtuellen Umgebung vertraut machen und die Interaktion mit virtuellen Objekten vorgestellt bekommen. Nach dem Tutorial erhalten die Nutzer:innen Zugang zum Hauptraum, wo sie sich mit anderen Nutzer:innen treffen und interagieren können.

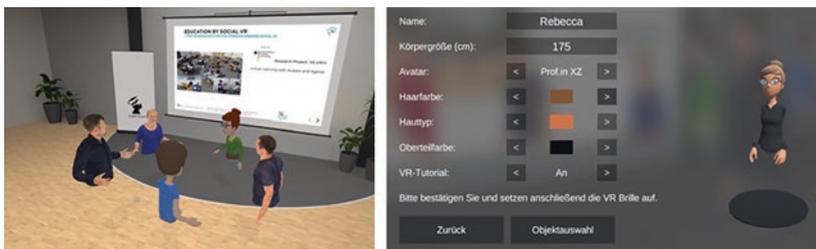


Abb. 10.2 Diese Abbildung zeigt zwei mögliche Verkörperungen in ViLeArn. Zu sehen sind hier links fotorealistische und stilisierte Avatare, Oberkörper mit Armen. Die Abbildung rechts zeigt die Lobby (außerhalb von VR), mit der die Avatare individuell gestaltet werden konnten. (Eigene Darstellung)

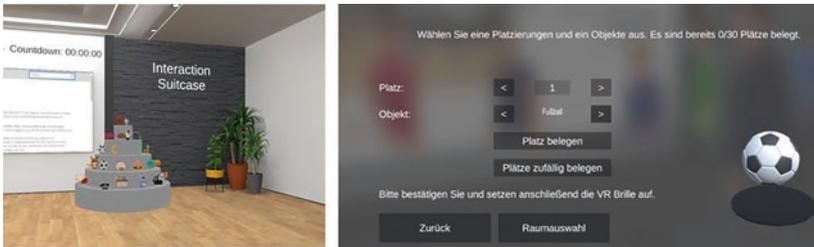


Abb. 10.3 Diese Abbildung zeigt (links) einen zufällig zusammengestellten InteractionSuitcase in Social VR. Mit diesen Objekten können die User interagieren. Rechts ist die Lobby zu sehen (außerhalb von VR). Hier können Moderator:innen den InteractionSuitcase individuell anpassen. (Eigene Darstellung)

Das Weiterbildungskonzept sieht den Einsatz und die individuelle Anpassung des *InteractionSuitcase* vor. Der *InteractionSuitcase* ist eine Sammlung von generischen, virtuellen Objekten (Hein et al., 2021b), deren kulturelle Konnotation evaluiert wurden (Hein et al., 2022). Dieser besteht aus 128 Objekten. Da zu viele Objekte zur Überforderung der Nutzenden führen könnten, haben sie die Möglichkeit 30 Objekte entweder zufällig oder individuell auszuwählen. Diese werden dann im Raum platziert (siehe Abb. 10.3, links). Die Auswahl erfolgt über die Lobby außerhalb von VR (siehe Abb. 10.3, rechts). Die Objekte dienen als Kommunikationsinitiatoren, Icebreaker (Steinbock et al., 2022; Hein et al., 2023) oder zur Erarbeitung abstrakter kulturbezogener Konzepte (Förster et al., 2021) und werden platziert, wie in Abb. 10.3 links zu sehen ist.

10.5 Zyklus 1: Interdisziplinäre Entwicklung und empirische Ergebnisse

Ein erster Baustein (Abb. 10.4) für das Weiterbildungskonzept wurde theoriegeleitet auf der Grundlage der handlungs- und entwicklungsorientierten Didaktik (Tulodziecki et al., 2021) gestaltet (Förster et al., 2021). In diesem Sinne wurde eine komplexe Gestaltungsaufgabe konzipiert, mit der primär kognitive Lernziele verfolgt wurden. Die Lernenden erarbeiteten im Selbststudium je ein breit rezipiertes interkulturelles Kompetenzmodell (Deardorff, 2006; Bennett, 1986). Mittels avatarbasierter Kommunikation und durch kollaborative Lernhandlungen mit generischen virtuellen Objekten im *InteractionSuitcase* sollten die Lernenden anschließend auf der Grundlage beider Modelle ein gemeinsames Verständnis „inter-



Abb. 10.4 Pädagogisches Konzept im 1. Zyklus auf Grundlage der handlungs- und entwicklungsorientierten Didaktik (Tulodziecki et al., 2021). (Eigene Darstellung)

kultureller Kompetenz“ dreidimensional visualisieren. Im Rahmen einer komplexen Gestaltungsaufgabe mit primär affektiven Lernzielen wurde Lernenden vorab nicht kommuniziert, dass im Selbststudium zwei strukturell und inhaltlich divergente Modelle (Deardorff, 2006; Bennett, 1986) erarbeitet werden. Dem Gestaltungsauftrag, „interkulturelle Kompetenz“ dreidimensional zu visualisieren, lag eine interkulturelle Simulation (Leenen & Scheitza, 2019) zugrunde. Das Lernziel dieser affektiv fokussierten Gestaltungsaufgabe bestand somit darin, mit der evanzierten Störung der Normalitätserwartung umzugehen (Förster et al., 2021).

Das pädagogische Konzept wurde im Juni und Juli 2021 mit 12 Studierenden erprobt. Im Rahmen einer explorativen Studie wurden förderliche und hemmende Faktoren der Implementierung sowie die Beurteilung der Lernerfahrung durch die Teilnehmenden untersucht (Förster et al., 2021). Mittels eines qualitativen Forschungsdesigns wurden Daten durch schriftliche Portfolioaufgaben und durch videogestützte Beobachtung erhoben und mit deduktiver Kategorienbildung auf der Basis des BehaveFIT Framework (Wienrich et al., 2021) nach Mayring und Fenzl (2022) ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass Teilnehmende das pädagogische Konzept besonders im Hinblick auf Wahrnehmungen wie soziale Präsenz, Agency und Empa-

thie als förderlich für interkulturelle medienpädagogische Kompetenzentwicklung beurteilten. Lernende sahen Mehrwerte durch die aktive und kollaborative Auseinandersetzung mit abstrakten Inhalten in einer VR-Umgebung durch virtuelle Objekte. Die Wahrnehmung von sozialer Präsenz wurde sowohl als prägend für die eigene Lernerfahrung als auch als medienpädagogische Chance betrachtet. Ebenso sahen Lernende in der Unterdrückung sozialer Hinweisreize durch stilisierte Avatare Potenziale für vorurteilsfreiere interkulturelle Kommunikation (Förster et al., 2021).

10.6 Zyklus 2: Entwicklung und empirische Ergebnisse

Auf der Grundlage der beschriebenen Forschungsergebnisse wurde in einem zweiten Zyklus das pädagogische Konzept weiterentwickelt (Förster & Grafe, 2023). Das pädagogische Konzept (Abb. 10.5) sieht im Sinne der handlungs- und entwicklungsorientierten Didaktik die Präsentation eines komplexen, uneindeutigen und interkulturell bedeutsamen Fallbeispiels vor. Nach der diskursiven Erarbeitung des Modells der interkulturellen Kommunikation von Bosse (2010) als Grundlage sieht das Weiterbildungskonzept zum einen ein interkulturelles Rollenspiel (Leenen, 2019) als komplexe Gestaltungsaufgabe sowie zum anderen Online Facilitated Dialogue (Helm, 2018) als komplexe Beurteilungsaufgabe vor, um Lernenden affektive Zugänge zu dem komplexen Fallbeispiel durch Perspektivwechsel sowie die Erfahrung von sozialer Präsenz in einem Safe Space zu eröffnen, die abschließend diskursiv reflektiert werden sollen.

Die Datenerhebung erfolgte qualitativ durch Prä- und Postsurveys sowie ein Fokusgruppeninterview mit zehn Teilnehmenden. Die erhobenen Daten wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring & Fenzl, 2022) mit deduktiver Kategorienbildung hinsichtlich der geäußerten Perspektiven auf immersive Merkmale und damit korrespondierende Wahrnehmungen (Wienrich et al., 2021) und auf die Gestaltung von Lernprozessen in Social VR (Salmon et al., 2010) ausgewertet sowie dahingehend untersucht, welche Bereiche und Niveaustufen interkultureller Kompetenz durch das Weiterbildungskonzept adressiert werden (Barrett et al., 2018).

Ergebnisse der Untersuchung zeigen vor allem, dass Dozierende medienpädagogische interkulturelle Potenziale in der Verwendung verschiedener stilisierter Avatare und der dadurch ermöglichten sozialen Präsenz, Perspektivwechsel und Auseinandersetzung mit Stereotypen sahen. Ebenso konnten positive Entwicklungen in zentralen interkulturellen Kompetenzbereichen, z. B. Ambiguitätstoleranz

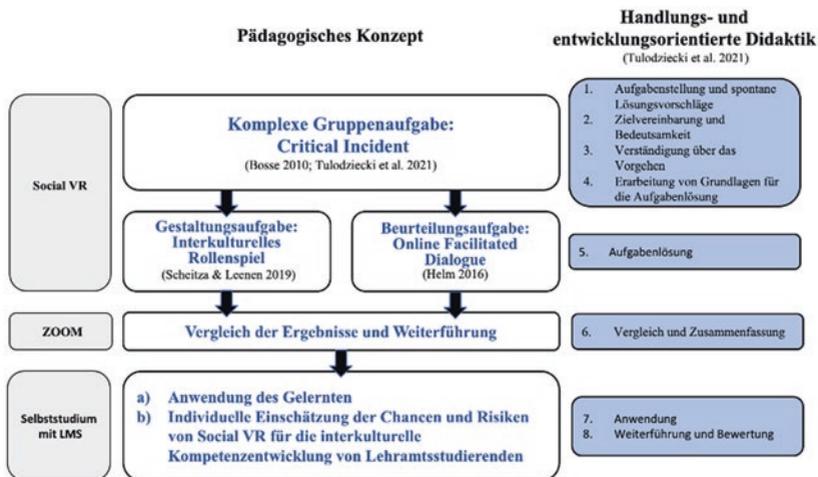


Abb. 10.5 Pädagogisches Konzept im 2. Zyklus auf Grundlage der handlungs- und entwicklungsorientierten Didaktik (Tulodziecki et al., 2021). (Eigene Darstellung)

oder Wissen und kritisches Verstehen von Kultur(en) und Religion festgestellt werden.

10.7 Fazit und Ausblick

Aus medienpädagogischer bzw. hochschuldidaktischer Perspektive zeigte sich hinsichtlich pädagogischer Vorgehensweisen, dass die komplexen Aufgaben auf Grundlage der handlungsorientierten Didaktik unter Einsatz einer SVR-Umgebung vielfältige medienpädagogische Potenziale für die Weiterbildung bieten. Mehrheitlich verfügten die Teilnehmenden in den Feldstudien über keine bis wenige Vorerfahrungen mit Social VR. Kognitiv und affektiv aktivierende Aufgaben, wie die kollaborative dreidimensionale Darstellung komplexer Zusammenhänge durch virtuelle Objekte oder Rollenspiele unter Einsatz potenziell kulturalisierter und stereotyp wahrnehmbarer Avatare waren für die Entwicklung von Kompetenzen förderlich.

Für zukünftige Forschung und Weiterbildungspraxis kann die differenzierte Darstellung theoretischer und empirischer Fundierungen, der Lernvoraussetzungen, Zielvorstellungen und pädagogischen Vorgehensweisen sowie der interdiszi-

plinären Forschungsprozesse die Übertragung auf eigene Kontexte ermöglichen und damit einen Beitrag für zukünftige transnationale und interdisziplinäre gestaltungsorientierte Bildungsforschung zur Förderung interkultureller medienpädagogischer Kompetenzen von Dozierenden unter Einsatz von SVR-Umgebungen leisten.

Literatur

- Barrett, M., De Bivar Black, L., Byram, M., Faltýn, J., Gudmundson, L., Van't Land, H., Lenz, C., Mompoin-Gaillard, P., Popović, M., Rus, C., Sala, S., Voskresenskaya, N., & Zgaga, P. (2018). *Reference Framework of Competences for Democratic Culture: Volume I: Context, concepts and model*. Council of Europe Publishing.
- Bennett, M. J. (1986). A developmental approach to training for intercultural sensitivity. *International Journal of Intercultural Relations*, 10(2), 179–196.
- Bolten, J. (2014). Kultur kommt von 'colere': Ein Plädoyer für einen holistischen, nicht-linearen Kulturbegriff. In E. Jammal (Hrsg.), *Kultur und Interkulturalität* (S. 85–107). Springer.
- Bosse, E. (2010). Vielfalt erkunden – ein Konzept für interkulturelles Training an Hochschulen. In G. G. Hiller, S. Vogler-Lipp (Hrsg), *Schlüsselqualifikation Interkulturelle Kompetenz an Hochschulen: Grundlagen, Konzepte, Methoden* (S. 109–133). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Carpenter, J. P., Rosenberg, J. M., Dousay, T. A., Romero-Hall, E., Trust, T., Kessler, A., Phillips, M., Morrison, C. A., Fischer, C., & Krutka, D. G. (2020). What should teacher educators know about technology? Perspectives and self-assessments. *Teaching and Teacher Education*, 95, Article 103124.
- Cushner, K., & Mahon, J. (2009). Intercultural competence in teacher education. In D. K. Deardorff, *The SAGE handbook of intercultural competence*. (S. 304–320). SAGE.
- Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. *Journal of Studies in International Education*, 10(3), 241–266.
- Fantini, A. E. (2020). Reconceptualizing intercultural communicative competence: A multinational perspective. *Research in Comparative and International Education*, 15(1), 52–61.
- Förster, K., & Grafe, S. (2023). Fostering Teacher educators' media-related intercultural competencies using a social VR environment. In E. Langran, P. Christensen, L. Sanson (Eds.), *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. (S. 492–500). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Förster, K., & Grafe, S. (2021). ICT-related educational competencies of teacher educators from an intercultural perspective. A systematic analysis of competency frameworks. In E. Langran, L. Archambault (Eds.), *Society for information technology & teacher education international conference* (S. 1586–1595). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Förster, K., Hein, R., Grafe, S., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2021). Fostering intercultural competencies in initial teacher education. Implementation of educational design prototypes using a social VR Environment. In T. Bastiaens (Ed.), *Innovate learning summit*. (S. 95–108). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Foulger, T. S., Graziano, K. J., Schmidt-Crawford, D., & Slykhuis, D. A. (2017). Teacher educator technology competencies. *Journal of Technology and Teacher Education*, 25(4), 413–448.
- Hein, R. M., Wienrich, C., & Latoschik, M. E. (2021a). A systematic review of foreign language learning with immersive technologies (2001–2020). *AIMS Electronics and Electrical Engineering*, 5(2), 117–145.
- Hein, R., Steinbock, J., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2021b). Development of the *InteractionSuitcase* in virtual reality to support inter- and transcultural learning processes in English as Foreign Language education. In A. Kienle et al. (Hrsg.), *Die 19. Fachtagung Bildungstechnologie (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI)*. (S. 91–96). Gesellschaft für Informatik.
- Hein, R. M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2022). Inter-and transcultural learning in social virtual reality: A proposal for an inter-and transcultural virtual object database to be used in the implementation, reflection, and evaluation of virtual encounters. *Multi-modal Technologies and Interaction*, 6(7), 50.
- Hein, R., Steinbock, J., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2023). Virtual Reality im modernen Englischunterricht und das Potenzial für Inter- und Transkulturelles Lernen: Eine Pilotstudie. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 51, 191–213.
- HP. (n. d.). *HP Reverb G2 Virtual Reality Headset*. <https://www.hp.com/us-en/shop/pdp/hp-reverb-g2-virtual-reality-headset>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Helm, F. (2018). *Emerging identities in virtual exchange*. Research-Publishing. net.
- Kern, F., Kullmann, P., Ganal, E., Korwisi, K., Stingl, R., Niebling, F., & Latoschik, M. E. (2021). Off-the-shelf stylus: Using XR devices for handwriting and sketching on physically aligned virtual surfaces. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 684498.
- Latoschik, M. E., Kern, F., Stauffert, J. P., Bartl, A., Botsch, M., & Lugrin, J. L. (2019). Not alone here?! Scalability and user experience of embodied ambient crowds in distributed social virtual reality. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 25(5), 2134–2144.
- Leenen, W. R. (2019). Simulationen. In W. R. Leenen, *Handbuch Methoden interkultureller Weiterbildung*. (S. 451–516). Vandenhoeck & Ruprecht.
- Mahara. (n. d.). Wue Mahara. <https://mahara.uni-wuerzburg.de>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse*. In N. Baur, J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. 3. Auflage. (S. 691–706). Springer VS.
- Meta. (n. d.). Oculus Quest 2. <https://www.meta.com/de/quest/products/quest-2/>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Notion. (n. d.). Notion. <https://www.notion.so/product>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Oculus. (n. d.). Oculus Rift S. <https://www.oculus.com/rift-s/>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Oberdörfer, S., & Latoschik, M. E. (2019). Predicting learning effects of computer games using the gamified knowledge encoding model. *Entertain Comput*, 32, 100315.

- Oberdörfer S., Elsässer, A., Schraudt, D., et al. (2020). Horst – The teaching frog: Learning the anatomy of a frog using tangible AR. In F. Alt, S. Schneegass, E. Hornecker (Hrsg.), *Tagungsband Mensch & Computer 2020*. (S. 303–307). The Association for Computing Machinery (ACM).
- Pico. (n. d.). Pico Neo 3 XR. <https://www.picoxr.com/de/products/neo3-link>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Salmon, G., Nie, M., & Edirisingha, P. (2010). Developing a five-stage model of learning in second life. *Educational Research*, 52(2), 169–182.
- Schröter, T., Tiede, J., & Latoschik, M. E. (2021). Fostering teacher educator technology competencies (TETCs) in and with virtual reality. A case study. In J. Bastiaens (Ed.), *EdMedia+ Innovate Learning* (S. 617–629). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Steam. (n. d.). *Steam VR*. <https://store.steampowered.com/app/250820/SteamVR/?l=german>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Steinbock, J., Hein, R., Eisenmann, M., Latoschik, M. E., & Wienrich, C. (2022). Virtual Reality im modernen Englischunterricht und das Potenzial für Inter- und Transkulturelles Lernen. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 246–266.
- Tondeur, J., Scherer, R., Baran, E., Siddiq, F., Valtonen, T., & Sointu, E. (2019). Teacher educators as gatekeepers: Preparing the next generation of teachers for technology integration in education. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1189–1209.
- Tulodziecki, G., Grafe, S., & Herzig, B. (2013). *Gestaltungsorientierte Bildungsforschung und Didaktik: Theorie-Empirie-Praxis*. Klinkhardt.
- Tulodziecki, G., Herzig, B., & Grafe, S. (2018). Gestaltungs- und entwicklungsorientierte Forschung als Forschungsrichtung für die Medienpädagogik. In T. Knaus (Hrsg.), *Forschungswerkstatt Medienpädagogik. Projekt – Theorie – Methode*. (S. 423–448). kopaed. Abgerufen von https://www.pedocs.de/volltexte/2019/17074/pdf/Forschungswerkstatt_2_2018_Tulodziecki_Herzig_Grafe_Gestaltungs_und_entwicklungsorientierte_Forschung.pdf. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Tulodziecki, G., Herzig, B., & Grafe, S. (2021). *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele*. 3. Auflage. Klinkhardt/ utb.
- Unity. (n. d.). Unity Technologies. <https://unity.com/de>. Zugegriffen: 26. Okt. 2023.
- Wienrich, C., Döllinger, N., & Hein, R. (2021). Behavioral framework of immersive technologies (BehaveFIT): How and why virtual reality can support behavioral change processes. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 627194.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Algorithmen erleben in Virtual Reality

11

Erik Göbel, Daniela Andres, Kristof Korwisi,
Marc Erich Latoschik und Martin Hennecke

11.1 Einleitung

Algorithmisches Denken ist eine Voraussetzung für die aktive Teilhabe an einer zunehmend digitalen Welt (Manzel, 2017). Insbesondere für das Erlernen von Programmierkonzepten und Programmiersprachen ist diese Denkweise von besonderer Bedeutung, um ein besseres Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen, unabhängig von der zur Problemlösung verwendeten Programmiersprache, zu ermöglichen. Einige Studien legen nahe, dass spielerische Lernumgebungen einen spannenden und erfolgreichen Lernprozess ermöglichen können (Oberdörfer & Latoschik, 2016; Segura et al., 2020). Durch den Einsatz von VR-Technologie kann dieser Prozess durch die hohe Immersivität intensiv erlebt

E. Göbel · K. Korwisi · M. E. Latoschik
Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik IX (Mensch-Computer-Interaktion),
Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: erik.gobel@studmail.uni-wuerzburg.de

K. Korwisi
E-Mail: kristof.korwisi@uni-wuerzburg.de

M. E. Latoschik
E-Mail: marc.latoschik@uni-wuerzburg.de

D. Andres · K. Korwisi · M. Hennecke (✉)
Institut für Informatik, Didaktik der Informatik, Julius-Maximilians-Universität
Würzburg, Würzburg, Deutschland
E-Mail: martin.hennecke@uni-wuerzburg.de

K. Korwisi
E-Mail: kristof.korwisi@uni-wuerzburg.de

© Der/die Autor(en) 2025

A. Fütting-Lippert et al. (Hrsg.), *Digitale Medien in Lehr-Lern-Konzepten der Lehrpersonenbildung in interdisziplinärer Perspektive*,
https://doi.org/10.1007/978-3-658-45088-5_11

173

bar gemacht und somit die Motivation beim Lernen gesteigert werden (Akbulut et al., 2018; Zinn, 2019).

Die Nutzung spielerischer Aspekte in Kombination mit VR zur Veranschaulichung verschiedener Algorithmen könnte daher dazu beitragen, eine bessere Abstrahierung und somit den Transfer des Gelernten auf ähnliche Problemstellungen zu ermöglichen. In diesem Paper werden daher bereits existierende Forschungsarbeiten zu dieser Thematik und eine eigene VR-Adaption der Programmierumgebung Robot Karol vorgestellt.

11.2 Verwandte Arbeiten

In einigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird argumentiert, dass zur Förderung eines besseren Verständnisses von Algorithmen die Visualisierung derselben sinnvoll sein kann (Grivokostopoulou et al., 2017; Ruf et al., 2014; Shabanah et al., 2010). Hierdurch können Lernende Verbindungen zwischen abstrakten Algorithmen und ihrem konkreten Erleben herstellen (Buehler & Kohne, 2019; Grivokostopoulou et al., 2017; Hu Au & Lee, 2017). Weitere Studien legen nahe, dass die aktive Auseinandersetzung mit den so visualisierten Algorithmen wichtiger ist als der passive Konsum solcher Visualisierungen (Alexander et al., 2022; Shabanah et al., 2010). Daher könnte auch die algorithmische Darstellung in interaktiven spielbasierten Lernumgebungen zu einer erhöhten Lernleistung beitragen (Alexander et al., 2022; Shabanah et al., 2010).

Die Umsetzung einer solchen Lernumgebung anhand einer VR-Anwendung kann dabei didaktische Vorteile aufweisen. So besagt etwa die Theorie der Embodied Cognition, dass Informationen durch das Erleben in einer multimodalen Erfahrung leichter gelernt werden können (Zinn, 2019). In einer VR-Umgebung können mehrere Sinnesmodalitäten effektiv angesprochen werden, zum Beispiel anhand von visuellen, auditiven und sensorischen Reizen (Allcoat & von Mühlhagen, 2018; Hu Au & Lee, 2017; Zinn, 2019). Durch die verschiedenen Reize könnten auch unterschiedliche Lerntypen gleichzeitig in einer einzigen Anwendung angesprochen werden (Allcoat & von Mühlhagen, 2018).

Zudem konnten in Studien positive Zusammenhänge zwischen durch VR induzierten Zuständen wie Präsenz/Immersion und Lernleistung gezeigt werden (Akbulut et al., 2018; Hu Au & Lee, 2017; Zinn, 2019). Sowohl Präsenz als auch Immersion bestimmen, inwieweit Nutzer:innen glauben, sich bei der Nutzung einer VR-Umgebung wirklich in einer anderen Realität zu befinden (Berkman & Akan, 2019). Eine höhere Präsenz kann beispielsweise durch leichte und sich natürlich anfühlende Interaktionen mit der virtuellen Welt ausgelöst werden. Bei

der Immersion stehen, im Rahmen dieses Beitrags, hingegen technische Maße im Mittelpunkt, wie die Videoauflösung oder Framerate der Anwendung (Berkman & Akan, 2019). Auch ein eingeschränktes Sichtfeld, das etwa durch den Einsatz einer 1st-Person-Perspektive erzeugt wird, kann zu einer höheren Immersion führen (Gall & Latoschik, 2020). Durch eine höhere Immersion können etwa die Konzentration der Anwender:innen gesteigert und mögliche Ablenkungen vermieden werden (Alexander et al., 2022; Segura et al., 2020). Zudem führt höhere Immersion zu einer stärkeren emotionalen Reaktion (Gall et al., 2021). Emotionen haben einen deutlichen Einfluss auf kognitive Prozesse wie etwa Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Motivation (Tyng et al., 2017). Diese beeinflussen wiederum maßgeblich den Lernprozess, weshalb die emotionale Aktivierung als wichtiger Einflussfaktor für den Lernerfolg angesehen werden kann (Tyng et al., 2017).

Zudem zeigen Versuchspersonen bei Experimenten mit VR-Lehrumgebungen oft gesteigertes Engagement und mehr Begeisterung bei der Bearbeitung der Aufgaben (Akbulut et al., 2018; Allcoat & von Mühlennen, 2018; Hu Au & Lee, 2017; Segura et al., 2020). Es gibt aber Hinweise darauf, dass spielbasierte Lernumgebungen zu besseren Ergebnissen führen als virtuelle Welten ohne Spielaspekt, weshalb sich didaktisch die Kombination von VR und spielerischen Ansätzen anbietet (Segura et al., 2020).

Im Bereich der Didaktik der Informatik wurden bereits Untersuchungen mit immersiven (VR) und weniger immersiven (2D Desktop) Prototypen (Buehler & Kohne, 2019) durchgeführt, mit denen die Versuchspersonen verschiedene Konzepte der Informatik erlernen sollten. Oberdörfer und Latoschik (2016) implementierten eine VR-Trainingsumgebung für affine Transformationen, in der die Nutzer:innen anhand verschiedener Spielmechaniken die Manipulation von Vektoren und Matrizen im dreidimensionalen Raum einüben können. Die Evaluation dieser Trainingsumgebung ergab einen mit traditionellen Lehrmethoden (Übungsblätter) vergleichbaren Lerneffekt bei gleichzeitig gesteigertem Vergnügen der Nutzer:innen. In einer weiteren Studie untersuchten Stigall und Sharma (2017) die Lerneffekte zweier von ihnen entworfenen Spielmodulen, die den Proband:innen Konzepte der objektorientierten Programmierung und der Binärsuche näherbringen sollen. Die meisten Teilnehmer:innen empfanden die Module als leicht benutzbar und schätzten ihren Lernerfolg anhand der VR-Anwendung als positiv ein.

Alexander et al. (2022) entwickelten eine VR-Lernplattform, in der Programmierparadigmen und Sortieralgorithmen veranschaulicht werden. Die eigentliche Umgebung ist immersiv und dreidimensional, während die zu bearbeitenden Aufgaben in 2D-User-Interface-Elementen dargestellt werden. In einer anschlie-

henden Studie gaben die Teilnehmer:innen an, dass die Anwendung leicht zu verwenden und die Lernerfahrung im Vergleich zu anderen Lehrmethoden, wie etwa 2D-Animationen oder Diagrammen, interessanter war.

Segura et al. (2020) implementierten eine immersive VR-Anwendung, in der grundlegende Konzepte der Programmierung wie Verzweigungen und Schleifen nähergebracht werden sollen. In der Anwendung steuert die Versuchsperson einen Avatar aus der 3rd-Person-Perspektive. Die Bearbeitung der Aufgaben findet über Interaktion mit schwebenden Blöcken statt, mit denen der Ablauf des Programms beeinflussbar ist. Die Befragung der Versuchsteilnehmer:innen indizierte einen guten Lernerfolg und hohe Motivation bei der Bearbeitung.

Trotz der positiven Resultate beim Einsatz der VR-Technologie gilt es mögliche Einschränkungen zu beachten: So erleben einige Anwender:innen bei der Nutzung von VR-Headsets Übelkeit (Kennedy et al., 2009), der Einsatz ist bei Menschen mit Seheinschränkungen nur eingeschränkt möglich und VR-Hardware ist aufgrund ihres Preises und der Hürden bei der Installation nicht überall verfügbar. Zudem könnte die Nutzung der VR-Technologie zu einer höheren kognitiven Belastung führen, die nicht auf Lernprozesse zurückzuführen ist, etwa durch die ungewohnte Steuerung und Umgebung sowie Isolation von der Umwelt (Sweller, 2005).

Wing (2006) beschrieb den Begriff „computational thinking“ wie folgt: „Thinking like a computer scientist means more than being able to program a computer. It requires thinking at multiple levels of abstraction.“

Verschiedene solcher Abstraktionsebenen sind unter anderem von Perrenet et al. (2005) definiert worden. Sie dienen primär zur Untergliederung des Begriffs Algorithmus. Im Abstraktionsgrad aufsteigend gibt es die Ebenen Ausführung (execution), Programm (program), Objekt (object) und Problem (problem). Auf der Ausführungsebene wird ein Algorithmus als konkrete Ausführung eines konkret in einer Sprache implementierten Algorithmus begriffen, während auf der Programmebene bereits die Implementierung an sich den Algorithmus darstellt. Auf der Objektebene wird der Algorithmus losgelöst von einer speziellen Programmiersprache als Objekt angesehen. Die höchste Abstraktionsebene stellt die Problemebene dar. Hier wird der Algorithmus als eine Art Black Box begriffen, die zum Lösen eines bestimmten Typs von Problem verwendet werden kann. Waite et al. (2018) passten diese Abstraktionsebenen an und führten einige Umbenennungen durch: Sie unterscheiden in abnehmendem Abstraktionsgrad zwischen einer sprachlichen Problemformulierung (problem level), dem Algorithmus in Pseudocode (algorithm level oder auch design level), der konkreten Umsetzung des Algorithmus (code level) und der Ausführung des Algorithmus (runtime level).

Die vorgestellten Arbeiten legen nahe, dass der Einsatz von VR-Technologien in Kombination mit spielerischen Elementen das Potenzial hat, sowohl die Motivation als auch die Lernleistung zu fördern. Die Lernleistung könnte mit der Abstraktionsebene zusammenhängen, auf der sich der Lernende gerade befindet. Die Konzeption, Entwicklung und geplante Evaluierung eines Prototyps, der diese Aspekte berücksichtigt, werden im Folgenden beschrieben.

11.3 Umsetzung des Prototyps

Robot Karol ist eine Programmierumgebung, die auf dem Buch „Karel the Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming“ von Pattis (1981) basiert. In bestehenden Umsetzungen dieser Umgebung haben die Nutzer:innen in der Regel die Möglichkeit, einen virtuellen Roboter zu programmieren oder direkt zu steuern, um verschiedene Aufgaben zu lösen. Dabei kann der Nutzer oder die Nutzerin den Roboter in verschiedene Richtungen bewegen und Blöcke platzieren oder entfernen. Der in diesem Beitrag vorgestellte Prototyp basiert konzeptuell auf bereits existierenden 2D-Versionen von Robot Karol.

Die Nutzer:innen sollen verschiedene Aufgaben erfüllen (z. B. bestimmte Objekte in einem spezifischen Muster aneinanderreihen), wie in Abb. 11.1 dargestellt. Der Roboter kann per Tastatur oder VR-Controller gesteuert werden. Im Gegensatz zu bestehenden Implementierungen kann der Roboter in der aktuellen

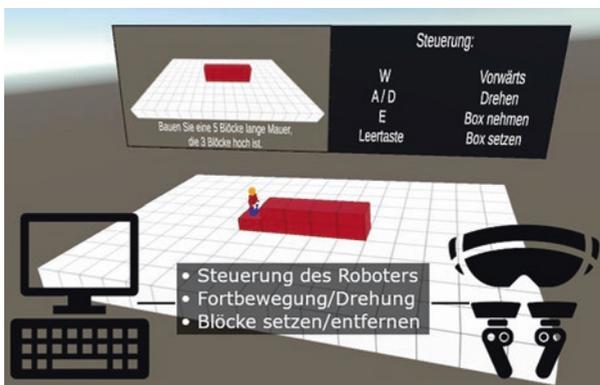


Abb. 11.1 Funktionalität des Prototyps

Version des Prototyps nicht auf die Bearbeitung einer Sequenz von Befehlen programmiert werden.

Diese Design-Entscheidung wurde getroffen, um ein interaktiveres und direkteres Erlebnis zu gewährleisten, das den Nutzer dazu bringen soll, sich tiefgehender mit den zur Aufgabenlösung erforderlichen Algorithmen zu beschäftigen. Das gitterbasierte Bewegungssystem basiert auf dem traditionellen Robot-Karol-Ansatz, bei dem sich der Roboter jeweils auf eine von maximal vier benachbarten Kacheln bewegen kann. Durch die Umsetzung einer interaktiven Erfahrung aus der 1st-Person-Perspektive soll die Lernerfahrung unmittelbarer und authentischer sein (Buehler & Kohne, 2019). Diese Perspektive könnte jedoch zu Problemen bezüglich Cybersickness führen, da der Benutzer auf Blöcke klettern oder von ihnen heruntersteigen kann. Zudem erfordert das gitterbasierte Bewegungssystem, dass sich der Roboter auf Befehl um 90 Grad dreht. Beide Faktoren können das Gefühl der Cybersickness verstärken, da sich die Position der Nutzer:innen im virtuellen Raum ändert, während in der realen Welt keine kongruente Bewegung stattfindet. Um den Einfluss des Drehungsproblems zu vermindern, erfolgt die Drehung sofort (statt kontinuierlich) und wird in der 1st-Person-Perspektive von einem kurzen schwarzen Bildschirm begleitet, der an ein Blinzeln erinnert. Ob diese Maßnahmen ausreichen, um die negativen Auswirkungen zu verringern, wird auch in der geplanten Studie geprüft. Außerdem kann das Programm auch in einer 3rd-Person-Perspektive mit VR und an einem Bildschirm ohne VR verwendet werden. Auf diese Weise ist später ein Vergleich der verschiedenen Bedingungen möglich. Diese verschiedenen Perspektiven sollten zu unterschiedlichen Immersionsgraden führen, wie im Abschnitt über das Studiendesign beschrieben. Zu den im Prototyp implementierten Funktionen gehören die Steuerung eines animierten Robotermodells per Tastatur oder Controller, das Platzieren und Entfernen von Blöcken, das Laden verschiedener Level mit verschiedenen Aufgaben und das Wechseln zwischen den verschiedenen Perspektiven.

11.4 Didaktische Entscheidungen bei der Entwicklung des Prototyps

Der Prototyp soll das Verständnis für die bei der Aufgabenlösung benötigten Algorithmen fördern. Die Nutzenden werden bei der Bearbeitung durch die Anzeige des Zielresultats auf einem (virtuellen) Monitor unterstützt. Davon abgesehen ist keine weitere Hilfestellung vorhanden. Die aktive, eigene Auseinandersetzung der Nutzer:innen mit den Algorithmen im Sinne der kognitiven Lerntheorie soll bei der Bearbeitung der Aufgaben im Vordergrund stehen. Als „wünschenswerte

Erschwernis“ (Borromeo Ferri et al., 2021) wurde zudem die Freiheit beim Platzieren der Blöcke eingeschränkt (im Vergleich zu bestehenden Umsetzungen von Robot Karol): Blöcke lassen sich nur auf der Ebene setzen, auf der sich die Spielfigur befindet. Somit ist es nicht möglich, etwa einen mehrere Blöcke hohen Turm zu bauen, ohne Hilfskonstruktionen zu nutzen, auf welche die Spielfigur klettern kann. Die so erzeugte Erhöhung des zur Aufgabenlösung benötigten kognitiven Aufwands kann einen langfristigen Lernerfolg begünstigen (Borromeo Ferri et al., 2021).

Im Zusammenhang mit den Abstraktionsebenen von Waite et al. (2018) stellt der Prototyp eine direkte Verbindung zwischen der Problemebene und der Codeebene her, wobei das Arbeiten auf der Designebene nicht zwingend erforderlich ist, um die Aufgaben zu lösen. Die Aktionen des Nutzenden werden direkt von der Anwendung umgesetzt, der Nutzende muss nicht vorher eine Übersetzung des Designs in Pseudocode anfertigen. Eine interessante Frage ist, ob die Benutzer:innen trotzdem implizit zur Problemlösung auf der Designebene arbeiten, was in der bevorstehenden Studie behandelt wird. Im unten vorgestellten Studiendesign sollen alle Versuchspersonen den Prototyp aus jeder der drei Perspektiven (*VR-in-1st Person*, *VR-in-3rd Person* und *Desktopanwendung*) nutzen. Zur Vermeidung von Wiederholungseffekten wurden daher die folgenden drei Aufgaben entworfen, sodass in jeder Perspektive eine andere Aufgabe bearbeitet werden kann:

- „Bauen Sie eine Treppe, die fünf Stufen hoch ist.“
- „Bauen Sie einen Turm, der sechs Blöcke hoch ist.“
- „Bauen Sie eine 5 Blöcke lange Mauer, die 3 Blöcke hoch ist.“

Bei der Gestaltung der Aufgaben standen das Vorhandensein von Bedingungen und Schleifen sowie die Eignung der Algorithmen für alle drei Perspektiven im Vordergrund. Die Aufgaben sollten sich hinsichtlich des Umfangs und des Schwierigkeitsgrades nicht wesentlich unterscheiden.

11.5 Studiendesign und Forschungsfragen

Das geplante Studiendesign sieht vor, dass die Versuchsteilnehmer:innen zunächst in einer Trainingsphase die Ausprägungen der unabhängigen Variable, die drei Immersionsgrade *VR-in-1st Person*, *VR-in-3rd Person* und *Desktopanwendung* und ihre jeweilige Steuerung (Tastatur bzw. Controller) kennenlernen. Anschließend werden die Versuchspersonen in einem within-Design die bereits

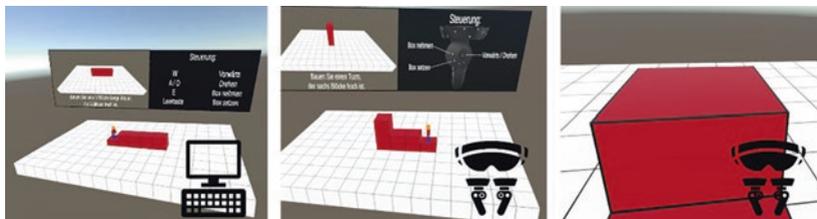


Abb. 11.2 Unterschiedliche Immersionsgrade (Controller-Icons: Sujaai/Noun Project)

beschriebenen Aufgaben in den unterschiedlichen Immersionsgraden bearbeiten (Abb. 11.2).

Im within-Design werden durch die Messwiederholung von jeder Versuchsperson Werte für jede Stufe der unabhängigen Variable erhoben, wodurch etwa individuelle Unterschiede der Proband:innen eliminiert werden können (Charness et al., 2012). Die sich hinsichtlich ihres Immersionsgrades unterscheidenden Perspektiven können zu einem unterschiedlichen Nutzungserleben führen. Nach jeder Bedingung werden als abhängige Variablen (AV) durch verschiedene Fragebögen das subjektive Gefallen, die intrinsische Motivation (Ryan & Deci, 2000), die gefühlte Kompetenz (Williams & Deci, 1996), die User Experience (Schrepp et al., 2017) und die Presence (Usoh et al., 2000) bei der Bearbeitung der Aufgabe abgefragt. Die User Experience (UX) beschreibt die Wahrnehmungen und Reaktionen von Nutzer:innen bei der Nutzung einer Technologie (Schrepp et al., 2017). Außerdem wird die benötigte Zeit zur Bearbeitung der Aufgabe gemessen. Zudem sollen die Proband:innen beschreiben, auf welche Weise sie die gestellte Aufgabe gelöst haben. In der Studie sollen so die folgenden Hypothesen überprüft werden:

- H1: Beide VR-Immersionsgrade zeigen höhere Werte für die AV als der Desktopanwendung-Immersionsgrad.
- H2: Der VR-1st-Person-Immersionsgrad zeigt höhere Werte für die AV als der VR-3rd-Person-Immersionsgrad.
- H3: Die Presence-AV zeigt aufsteigend höhere Werte für den Desktopanwendung-Immersionsgrad, den VR-3rd-Person-Immersionsgrad und den VR-1st-Person-Immersionsgrad. (Manipulation Check)

Mithilfe der Hypothese *H1* soll geprüft werden, ob der Einsatz beider VR-Immersionsgrade im Vergleich zum Desktopanwendung-Immersionsgrad zu höheren

Beurteilungen der AV führt. Dafür spricht, dass die Verwendung eines VR-Headsets durch die Isolation von der Umwelt und das Headtracking zu einer höheren Virtual Body Ownership (VBO) und Immersion führen kann (Waltemate et al., 2018). Sowohl VBO als auch Immersion korrelieren mit einer höheren emotionalen Aktivierung, die unter anderem höhere Motivation, verbesserte Aufmerksamkeit und gesteigerte Problemlösungskompetenzen begünstigt (Tyng et al., 2017). Daher sollten die korrespondierenden abhängigen Variablen in den VR-Immersionsgraden höher beurteilt werden.

Hypothese *H2* besagt, dass der VR-1st-Person-Immersionsgrad im Vergleich zum VR-3rd-Person-Immersionsgrad zu höheren Bewertungen der AV führt. Durch die Sicht auf das Geschehen aus der Perspektive der handelnden Figur soll eine höhere Immersion erzeugt werden können (Waltemate et al., 2018). Die Immersion, das eingeschränkte Sichtfeld (Gall & Latoschik, 2020) und das Vorhandensein eines eigenen virtuellen Körpers (Gall et al., 2021) sollten wiederum zu einer stärkeren emotionalen Aktivierung beitragen, welche zu der bereits beschriebenen Steigerung der AV-Beurteilungen führen kann (Tyng et al., 2017).

Die Hypothese *H3* dient zur Überprüfung der Manipulation der unabhängigen Variable. So soll festgestellt werden, ob die Presence als „psychological and behavioral response to immersion“ (Slater & Wilbur, 1997) aufsteigend höhere Werte für den Desktopanwendung-Immersionsgrad, den VR-3rd-Person-Immersionsgrad und den VR-1st-Person-Immersionsgrad erzielt.

In der Studie sollen die Hypothesen überprüft werden und durch abschließende qualitative Interviews mit den Versuchsteilnehmer:innen mögliche Stärken und Schwächen bei der Vorgehensweise und der Prototypgestaltung herausgearbeitet werden, um diese in der weiteren Entwicklung berücksichtigen zu können. Die Studie soll zunächst mit Studierenden ohne tiefgehende Informatikkenntnisse durchgeführt werden, da sich ein umfangreiches Wissen in dem Bereich möglicherweise nachteilig auf die Motivation und die Lernerfahrung auswirken könnte. Nachdem die Stelle des Teilprojekts lange Zeit nicht adäquat besetzt werden konnte, hat sich der Projektablauf etwas verschoben. Die Erhebung der Daten ist für Januar 2024 projektiert.

11.6 Ausblick

Eine zusätzliche Studie könnte auch mit Schüler:innen durchgeführt werden, um zu prüfen, ob der Einsatz von VR auch im praktischen Informatikunterricht Vorteile bietet. Auf Grundlage der Studienergebnisse könnte der Prototyp um weitere Funktionen ergänzt werden. So kann zunächst ein Aufgabenset für eine umfang-

reiche Einführung in die Programmierung gestaltet werden, welches auf erprobten Lehrplänen basiert. Außerdem können spielerische Aspekte, wie zum Beispiel Ranglisten und Belohnungssysteme, eine Hintergrundgeschichte, eine prozedurale Generierung unterschiedlicher Levels oder ein Mehrspieler-Modus umgesetzt werden. Des Weiteren könnte eine weitere VR-3rd-Person-Perspektive implementiert werden, bei der der Benutzer oder die Benutzerin auf derselben Ebene wie der Roboter positioniert ist, was zu einem potenziellen weiteren Immersionsgrad führt. Mit diesen Erweiterungen kann die Frage, ob und wie VR zum Erlernen und Verinnerlichen von algorithmischem Denken beitragen kann, weiter erforscht werden.

Literatur

- Akbulut, A., Catal, C., & Yildiz, B. (2018). On the effectiveness of virtual reality in the education of software engineering. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 918–927. <https://doi.org/10.1002/cae.21935>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Alexander, B., Hou, Y., Khan, B., & Jin, J. (2022). Learn programming in virtual reality? A case study of computer science students. In *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2022-March*, 270–275. <https://doi.org/10.1109/EDUCON52537.2022.9766621>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Allcoat, D., & von Mühlhelen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26. <https://doi.org/10.25304/RLT.V26.2140>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Berkman, M. I., & Akan, E. (2019). Presence and immersion in virtual reality. *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*, 1–10. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_162-1. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Borromeo Ferri, R., Pedè, S., & Lipowsky, F. (2021). Effects of interleaved learning on procedural and conceptual knowledge of learners about proportionality. *Journal Fur Mathematik-Didaktik*, 42(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/S13138-020-00162-3/TABLES/6>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Buehler, K., & Kohne, A. (2019). Lernen mit Virtual Reality: Chancen und Möglichkeiten der digitalen Aus- und Fortbildung. In *Zukunftsfähige Unternehmensführung* (S. 209–224). https://doi.org/10.1007/978-3-662-59527-5_11. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Charness, G., Gneezy, U., & Kuhn, M. A. (2012). Experimental methods: Between-subject and within-subject design. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 81(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/J.JEBO.2011.08>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Gall, D., & Latoschik, M. E. (2020). Visual angle modulates affective responses to audio-visual stimuli. *Computers in Human Behavior*, 109, 106346. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2020.106346>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Gall, D., Roth, D., Stauffert, J. P., Zarges, J., & Latoschik, M. E. (2021). Embodiment in virtual reality intensifies emotional responses to virtual stimuli. *Frontiers in Psychology*,

- 12, 3833. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2021.674179/BIBTEX>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Grivokostopoulou, F., Perikos, I., & Hatzilygeroudis, I. (2017). An innovative educational environment based on virtual reality and gamification for learning search algorithms. In *Proceedings – IEEE 8th international conference on technology for education, T4E 2016* (S. 110–115). <https://doi.org/10.1109/T4E.2016.029>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Hu Au, E., & Lee, J. J. (2017). Virtual reality in education: A tool for learning in the experience age. *International Journal of Innovation in Education*, 4(4), 215. <https://doi.org/10.1504/IJIE.2017.10012691>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (2009). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. 3(3), 203–220. https://doi.org/10.1207/S15327108IJAP0303_3. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Manzel, S. (2017). *Medienkompetenz als eine Schlüsselkompetenz für politische Urteils- und Handlungsfähigkeit* Medienkompetenz/bpb.de. <https://www.bpb.de/shop/buecher/schriftenreihe/medienkompetenz-schriftenreihe/257617/medienkompetenz-als-eine-schluesselkompetenz-fuer-politische-urteils-und-handlungsfaeigkeit/>.
- Oberdörfer, S., & Latoschik, M. E. (2016). Interactive gamified 3D-training of affine transformations. In *Proceedings of the ACM symposium on virtual reality software and technology, VRST, 02–04-November-2016* (S. 343–344). <https://doi.org/10.1145/2993369.2996314>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Pattis, R. E. (1981). *Karel The Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming*. <https://www.wiley.com/en-cn/Karel+The+Robot%3A+A+Gentle+Introduction+to+the+Art+of+Programming%2C+2nd+Edition-p-9780471597254>.
- Perrenet, J., Groot, J. F., & Kaasenbrood, E. (2005). Exploring students' understanding of the concept of algorithm: Levels of abstraction. In *Proceedings of the 10th Annual SIGCSE conference on innovation and technology in computer science education* (S. 64–68). <https://doi.org/10.1145/1067445.1067467>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Ruf, A., Mühling, A., & Hubwieser, P. (2014). Scratch vs. Karel. In *WiPSCE '14: Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education* (S. 50–59). <https://doi.org/10.1145/2670757.2670772>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017). Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4(6), 103. <https://doi.org/10.9781/IJII-MAI.2017.09.001>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Segura, R. J., del Pino, F. J., Ogáyar, C. J., & Rueda, A. J. (2020). VR-OCKS: A virtual reality game for learning the basic concepts of programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(1), 31–41. <https://doi.org/10.1002/CAE.22172>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Shabanah, S. S., Chen, J. X., Wechsler, H., Carr, D., & Wegman, E. (2010). Designing computer games to teach algorithms. In: *ITNG2010 – 7th international conference on information technology: New generations* (S. 1119–1126). <https://doi.org/10.1109/ITNG.2010.78>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.

- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/PRES.1997.6.6.603>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Stigall, J., & Sharma, S. (2017). Virtual reality instructional modules for introductory programming courses. In: *ISEC 2017 – proceedings of the 7th IEEE integrated STEM education conference* (S. 34–42). <https://doi.org/10.1109/ISECON.2017.7910245>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In: *The Cambridge handbook of multimedia learning* (S. 19–30). <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.003>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The influences of emotion on learning and memory. *Frontiers in Psychology*, 8(AUG), 1454. <https://doi.org/10.3389/FPSYG.2017.01454/BIBTEX>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Usoh, M., Catena, E., Arman, S., & Slater, M. (2000). Using presence questionnaires in reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 497–503. <https://doi.org/10.1162/105474600566989>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Waite, J. L., Curzon, P., Marsh, W., Sentance, S., & Hadwen-Bennett, A. (2018). Abstraction in action: K-5 teachers' uses of levels of abstraction, particularly the design level, in teaching programming. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(1), 14–40. <https://doi.org/10.21585/IJCSES.V2I1.23>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Waltemate, T., Gall, D., Roth, D., Botsch, M., & Latoschik, M. E. (2018). The impact of avatar personalization and immersion on virtual body ownership, presence, and emotional response. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(4), 1643–1652. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2794629>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Williams, G. C., & Deci, E. L. (1996). Internalization of biopsychosocial values by medical students: A test of self-determination theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(4), 767–779. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.70.4.767>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.
- Zinn, B. (2019). Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 7(1). <https://doi.org/10.48513/JOTED.V7I1.182>. Zugegriffen: 13. Jan. 2024.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

