

# Studien zum Physik- und Chemielernen

H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth [Hrsg.]

261

Florian Treisch

## Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar

λογος

# Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos-Verlag bietet ein Forum zur Veröffentlichung von wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen. In ihr werden Ergebnisse empirischer Untersuchungen zum Physik- und Chemielernen dargestellt, z. B. über Schülervorstellungen, Lehr-/Lernprozesse in Schule und Hochschule oder Evaluationsstudien. Von Bedeutung sind auch Arbeiten über Motivation und Einstellungen sowie Interessensgebiete im Physik- und Chemieunterricht. Die Reihe fühlt sich damit der Tradition der empirisch orientierten Forschung in den Fachdidaktiken verpflichtet. Die Herausgeber hoffen, durch die Herausgabe von Studien hoher Qualität einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Förderung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Hans Niedderer

Helmut Fischler

Elke Sumfleth

*Studien zum Physik- und Chemielernen*

Band 261



Florian Treisch

**Die Entwicklung der Professionellen  
Unterrichtswahrnehmung im  
Lehr-Lern-Labor Seminar**

Logos Verlag Berlin



## *Studien zum Physik- und Chemielernen*

Hans Niedderer, Helmut Fischler, Elke Sumfleth [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2018

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-4741-7

ISSN 1614-8967



Logos Verlag Berlin GmbH  
Comeniushof, Gubener Str. 47,  
D-10243 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<https://www.logos-verlag.de>

# Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr- Lern-Labor Seminar

Dissertation zur Erlangung des naturwissenschaftlichen Doktorgrades  
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Florian Treisch

1. Gutachter: Prof. Dr. Thomas Trefzger
2. Gutachter: Apl. Prof. Dr. Friederike Korneck

Würzburg, 2018



<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND ZIELBESTIMMUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DAS LEHR-LERN-LABOR.....</b>	<b>5</b>
	2.1 DEFINITION UND EINORDNUNG DER LEHR-LERN-LABORE IN AUßER- SCHULISCHE LERNAKTIVITÄTEN.....	5
	2.2 DAS WÜRZBURGER LEHR-LERN-LABOR SEMINAR IN DER PHYSIKDIDAKTIK ..	9
	2.3 LEHR-LERN-LABORE ALS KOMPLEXITÄTSREDUZIERTER LEHR- UND LERNUM- GEBUNGEN .....	13
	2.3.1 Microteaching Settings im Lehr-Lern-Labor .....	14
	2.3.2 Das Lehr-Lern-Labor als “Preparation for Practice” .....	16
	2.4 WIRKSAMKEIT VON LEHR-LERN-LABOREN IN DER LEHRAMTSAUSBILDUNG	19
<b>3</b>	<b>DIE PROFESSIONELLE UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG .....</b>	<b>21</b>
	3.1 DEFINITION DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG.....	21
	3.2 EINORDNUNG DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG IN DIE KOMPETENZFORSCHUNG .....	26
	3.2.1 Das strukturelle Kompetenzmodell.....	26
	3.2.2 Das horizontale Kompetenzmodell .....	28
	3.3 DIE PROFESSIONELLE UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG ZWISCHEN WISSEN UND HANDELN .....	29
	3.4 THEORETISCHE GRUNDLAGEN ZUR BESCHREIBUNG DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG.....	31
	3.4.1 Die Selbstbestimmungstheorie.....	32
	3.4.2 Die Unterrichtsmerkmale .....	34
	3.5 AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND ZUR PROFESSIONELLEN UNTERRICHTS- WAHRNEHMUNG .....	38

<b>4</b>	<b>REFLEXION.....</b>	<b>43</b>
	4.1 DEFINITION DER REFLEXION BZW. ANALYSE .....	43
	4.2 BESCHREIBUNG DER REFLEXIONSPROZESSE IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR .....	44
	4.3 VIDEOGRAFIE IN DER LEHRERBILDUNG .....	46
	4.4 STUDIEN ZUR REFLEXIONS- BZW. ANALYSEKOMPETENZ MIT VIDEOS .....	50
	4.5 VIDEOANALYSEN IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR .....	52
	4.5.1 Konzeption der Videoanalysen .....	52
	4.5.2 Detaillierter Ablauf einer Videoanalyse-Einheit.....	62
<b>5</b>	<b>FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN .....</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>METHODISCHES VORGEHEN .....</b>	<b>69</b>
	6.1 DAS STUDIENDESIGN.....	69
	6.2 DIE MESSINSTRUMENTE .....	73
	6.2.1 Das Observer-Tool .....	73
	6.2.2 Der Fachwissens- und Fachdidaktik-Test .....	78
	6.3 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE .....	78
	6.3.1 Beschreibung der Gesamtstichprobe .....	79
	6.3.2 Die Stichprobe aufgeteilt auf die Erhebungssemester .....	80
	6.3.3 Verteilung der Stichprobe auf die Gruppenzugehörigkeit .....	82
	6.4 ANALYSEVERFAHREN .....	84
	6.4.1 Korrelationen.....	84
	6.4.2 Multiple lineare Regressionen.....	86
	6.4.3 Varianzanalysen .....	92

---

<b>7</b>	<b>ERGEBNISSE DER STUDIE .....</b>	<b>95</b>
7.1	ENTWICKLUNG DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR.....	96
7.1.1	Veränderung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung der Studierenden in den einzelnen Gruppen .....	96
7.1.2	Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe .....	100
7.2	BETRACHTUNG WEITERER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE ENTWICKLUNG DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG DER STUDIERENDEN IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR.....	108
7.2.1	Der Einfluss von Unterrichtserfahrung der Studierenden auf die Entwicklung ihrer PU im Lehr-Lern-Labor Seminar.....	109
7.2.2	Der Einfluss weiterer Personenmerkmale auf die Entwicklung der PU der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar.....	124
7.3	DER ZUSAMMENHANG DES FACHWISSENS UND DES DIDAKTISCHEN WISSENS DER STUDIERENDEN MIT IHRER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG .....	135
7.4	RÜCKMELDUNGEN DER STUDIERENDEN ZUR VIDEOANALYSE.....	140
<b>8</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>145</b>
8.1	DIE ENTWICKLUNG DER PROFESSIONELLEN UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR .....	145
8.2	DER EINFLUSS VON VIDEOANALYSEN IM LEHR-LERN-LABOR SEMINAR ....	146
8.3	BESCHREIBUNG WEITERER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE PROFESSIONELLE UNTERRICHTSWAHRNEHMUNG.....	148
8.4	DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER PU, DEM TSPK UND DEM CK.....	151
8.5	IMPLIKATIONEN FÜR DIE GESTALTUNG EINES LEHR-LERN-LABOR SEMINARS .....	154

	8.6 KRITISCHE BETRACHTUNG DER METHODEN UND DES UNTERSUCHUNGS- DESIGNS.....	156
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>161</b>
<b>10</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>165</b>
<b>11</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>171</b>
<b>12</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>175</b>
<b>13</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>189</b>

# 1 Einleitung und Zielbestimmung

Die Gestaltung der schulischen Laufbahn der Schülerinnen und Schülern wird seit vielen Jahren in Politik, Gesellschaft und Forschung kontrovers diskutiert. Inhaltliche Schwerpunkte sind und waren die Lehrpläne, also die Frage „was gelernt werden soll“ und das Schulsystem, also „wie gelernt werden soll“. Schulleistungstests wie PISA oder TIMMS unterstützten diese Diskussionen, indem sie regelmäßig den aktuellen Wissensstand der Schülerinnen und Schüler aufzeigen. Ergebnisse der PISA (2000) Studie zeigten beispielsweise, dass deutsche Schülerinnen und Schüler im Bereich der Naturwissenschaften unterdurchschnittliche Fähigkeiten besaßen (Kunter et al., 2002). Nur 3% der Schülerinnen und Schüler erreichten ein naturwissenschaftliches Verständnis auf der höchsten Kompetenzstufe und über ein Viertel der Schülerinnen und Schüler befanden sich auf der untersten Kompetenzstufe. Reaktionen auf den „PISA Schock“ (Merzyn, 2006) betrafen unter anderem Veränderungen der Schulstruktur, den Übergang zur Ganztagschule, die Forderung von regelmäßigen Lehrerfortbildungen aber auch ein Überdenken der Lehramtsausbildung (Terhart, 2003). Schecker (2003) fordert eine Abstimmung der Lehre zwischen Fachstudium, den Fachdidaktiken und den Erziehungswissenschaften in der ersten Phase der Lehramtsausbildung und verlangt ein „Aufbrechen klassischer Lehrveranstaltungsformen“. Die TIMMS-Videostudie zeigte auf, dass „Methodenmonotonie“ in vielen deutschen Klassenzimmern vorherrscht. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Unterricht mehr Eigeninitiative zeigen und problemorientierte Aufgabenstellungen bearbeiten, sodass neue didaktische Handlungsroutinen in der Lehrerausbildung eingeübt werden müssen (Terhart, 2003). Stimmen wurden laut, die eine Überprüfung der universitären Lehramtsausbildung fordern (Blömeke, 2009). Als Grundlage dieser Überprüfungen wurden zunächst Qualitätskriterien, sowie „Standards für die Lehrerbildung“ vorgeschlagen, die für die Länder „Grundlagen für die spezifischen Anforderungen an Lehramtsstudiengänge einschließlich der praktischen Ausbildungsteile und des Vorbereitungsdienstes“ darstellen (Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften, 2004). Diese Standards gelten als Maßstab der Kompetenzen, die eine Lehrperson im Verlauf der Ausbildung erwerben soll und geben den Ausprägungsgrad der Kompetenzen an. Die Entwicklung der Standards können laut KMK (2005) wie folgt gefördert werden:

- a) Konkretisierung theoretischer Konzepte an verbal beschriebenen Beispielen
- b) Demonstration der Konzepte an literarischen oder filmischen Beispielen sowie im Rollenspiel und an Unterrichtssimulationen

- c) Analyse simulierter, filmisch dargebotener oder tatsächlich beobachteter komplexer Schul- und Unterrichtssituationen und deren methodisch geleitete Interpretation
- d) Einsatz von Videostudien
- e) persönliche Erprobung und anschließende Reflexion eines theoretischen Konzepts in schriftlichen Übungen, im Rollenspiel, in simuliertem Unterricht oder in natürlichen Unterrichtssituationen oder an außerschulischen Lernorten
- f) Analyse und Reflexion der eigenen biographischen Lernerfahrungen mit Hilfe der theoretischen Konzepte
- g) Erprobung und Einsatz unterschiedlicher Arbeits- und Lernmethoden und Medien in Universität, Vorbereitungsdienst und Schule
- h) Mitarbeit an schul- und unterrichtsbezogener Forschung
- i) Kooperation bei der Planung sowie gegenseitige Hospitation und gemeinsame Reflexion
- j) Kooperation und Abstimmung der Ausbilderinnen und Ausbilder in der ersten und zweiten Phase.

Es lässt sich erkennen, dass sich die aufgelisteten Aspekte auffällig häufig auf eigene Erprobungen von Unterrichtssituationen (Praxisphasen) und Reflexionen sowie theoriegebundene Analysen des Unterrichts beziehen. Theoretische fachdidaktische oder pädagogische Konzepte und Konstrukte sollen somit stärker mit Praxisphasen verknüpft werden. Dies fordern auch Studierende (Hoppe-Graff, Schroeter & Flammeyer, 2008) sowie Seminarlehrer (Völker & Trefzger, 2009). Universitäten reagierten auf die Forderungen und entwickelten neue Konzepte für die Lehramtsausbildung, um Praxisphasen in die erste Phase der Lehrerbildung einzubetten (Weyland, 2012).

Neben rein außeruniversitären Großformen, wie Praktika, Lehrwerkstatt (Steininger, 2012) oder Praxissemester entstanden Seminare, die in den Universitäten und gleichzeitig an den Schulen durchgeführt werden, um Praxisphasen mit theoretischen Grundlagen zu verknüpfen. Im Folgenden werden zwei Beispiele beschrieben:

Seidel et al. (2013) entwickelten ein Seminar, in dem Studierende über ein Semester hinweg Unterrichtsbeobachtungen in der Schule durchführen und parallel dazu an der Universität Unterrichtsvideos theoriebasiert bewerten. Die Studierenden lernten theoretische Konstrukte zu Unterrichtsmerkmalen mit Unterrichtsvideos zu verbinden, um im zweiten Schritt das Wissen auch bei den Beobachtungen in der Schule anzuwenden.

Korneck et al. (2016) entwarfen ein Seminar, in dem Studierende komplexitätsreduzierte Unterrichtssequenzen mit einer Länge von ca. 15 Minuten zu

einem Thema aus der Mechanik entwickeln und vor einer halben Schulklasse unterrichten. Nach einer direkt anschließenden Reflexionsphase mit ihren Kommilitonen, die die Unterrichtsversuche beobachtet haben, können die Studierenden die Hinweise beim Unterrichten der zweiten Klassenhälfte integrieren. Die Unterrichtsversuche werden zusätzlich videografiert, um einige Tage später Fragestellungen und Probleme der videografierten Studierenden im Plenum anhand selbst ausgesuchter Videoausschnitte zu diskutieren. Entscheidend ist hierbei, dass die Studierenden ihr fachliches und fachdidaktisches Wissen bei der Erstellung der Sequenzen anwenden und ihr Vorgehen immer wieder reflektieren, wobei auch hier eine enge Verzahnung von Theorie und Praxis grundlegend für die Konzeption des Seminars war.

Auch rein universitätsgebunden entwickelten sich Seminare, in denen fachliche, fachdidaktische und pädagogische Theorien mit komplexitätsreduzierter Praxis verbunden werden. Ein erfolgsversprechender Ansatz sind Lehr-Lern-Labore (Haupt, 2015; Völker & Trefzger, 2009). Studierende entwickeln hierbei Arbeitsaufträge zu einem vorgegebenen Themengebiet aus den entsprechenden Fachgebieten, die meist in Form eines Lernzirkels von den Schülerinnen und Schülern unter Betreuung der Studierenden bearbeitet werden. Die Betreuungen der Schülerinnen und Schüler werden anschließend von den Studierenden zusammen mit Dozenten wiederholt reflektiert. Bezieht man sich auf die Fördermöglichkeiten, die von der KMK formuliert wurden, so gibt es bezüglich der Konzeption des Lehr-Lern-Labors große Übereinstimmungen (siehe obige Stichpunkte c, e, f, g und i). Inwieweit das Seminar tatsächlich zur Entwicklung der genannten Kompetenzen beitragen kann, wurde jedoch noch nicht untersucht. Diese Arbeit soll dazu beitragen, Veränderungen in den Kompetenzen der Studierenden zu diagnostizieren. Fokussiert wird dabei auf die Professionelle Unterrichtswahrnehmung (PU).

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es herauszufinden, inwieweit das Lehr-Lern-Labor Seminar die Entwicklung der PU der Studierenden im Seminar unterstützt. Die Ergebnisse der Studie sollen letztlich Hinweise aufzeigen, die dazu dienen, das Lehr-Lern-Labor Seminar zur Förderung der PU effektiver zu gestalten.

### Inhaltliche Vorgehensweise

Im zweiten Abschnitt wird zunächst der Begriff „Lehr-Lern-Labor“ definiert und in das Konzept der Schülerlabore eingeordnet. Diese Arbeit fokussiert auf die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung, die inhaltlich eng mit der Analyse- und

Reflexionskompetenz verbunden ist. Im Mittelpunkt steht die Frage, inwieweit die PU in einem Lehr-Lern-Labor Seminar gefördert werden kann und welche Einflussfaktoren für die Entwicklung verantwortlich sind. Die Theorie zur PU wird dafür im dritten Abschnitt genauer beschrieben. In Abschnitt vier werden die Reflexions- und Analysemöglichkeiten im Lehr-Lern-Labor geschildert. Die aus den theoretischen Grundlagen und vorherrschenden Studien zur PU resultierenden Forschungsfragen und Hypothesen umfassen Abschnitt fünf. Der empirische Teil der Arbeit beginnt mit dem sechsten Abschnitt, in dem das methodische Vorgehen beschrieben wird. Abschnitt sieben umfasst die Formulierung der Ergebnisse und der letzte Abschnitt die Zusammenfassung und Diskussion, sowie Implikationen für eine effektive Gestaltung des Lehr-Lern-Labor Seminars.

## **2 Das Lehr-Lern-Labor**

Ziel dieses Kapitels ist es, den Forschungsgegenstand, also das Konstrukt des Lehr-Lern-Labors darzustellen. Dazu wird es im Abschnitt 2.1 zunächst unter dem Oberpunkt „Schülerlabor“ als eine Facette dessen definiert. Im Abschnitt 2.2 wird auf das Würzburger Lehr-Lern-Labor Bezug genommen und das zugrunde liegende Seminar vorgestellt. Anschließend wird im Abschnitt 2.3 die spezielle Lehr- und Lernumgebung des Lehr-Lern-Labors mit Hilfe des Konzepts des Microteaching hervorgehoben und anhand der Theorie des „Preparation for Practice“ dieses als für die praktische Lehramtsausbildung relevante Lernumgebung eingeordnet. Es soll die Frage beantwortet werden, inwieweit das Lehr-Lern-Labor eine realitätsnahe Lehr- und Lernumgebung darstellen kann. Abschließend werden im Abschnitt 2.4 Forschungsprojekte und Ergebnisse aus der Lehr-Lern-Labor Forschung aufgezeigt.

### **2.1 Definition und Einordnung der Lehr-Lern-Labore in außerschulische Lernaktivitäten**

Das Lehr-Lern-Labor ist für diese Arbeit die Forschungsgrundlage, sodass im Folgenden das Konzept eines Lehr-Lern-Labors detailliert beschrieben wird. Dabei wird es zunächst in das Konstrukt der Schülerlabore eingeordnet und anhand der Grundideen und der Ziele des Lehr-Lern-Labors definiert.

Lehr-Lern-Labore sind wie eben kurz angedeutet eine spezielle Form der Schülerlabore. Schülerlabore charakterisieren sich dadurch, dass Schülerinnen und Schüler in einer außerschulischen Lernumgebung möglichst selbstständig experimentieren und forschen können. Schülerlabore finden sich in Universitäten, Forschungseinrichtungen oder auch Unternehmen. Die grundlegenden Ziele von Schülerlaboren sind die Förderung von Interesse am naturwissenschaftlichen Denken und Arbeiten sowie die positive Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzeptes der Schülerinnen und Schüler. Dies wurde unter anderem in der Studie von Pawek (2009) belegt. In Abhängigkeit der Grundidee des jeweiligen Schülerlabors zielt es auf die Verbesserung des Fachwissens oder auf die Entwicklung der Experimentierfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Das Arbeiten in einem Schülerlabor nähert sich dem authentischen wissenschaftlichen Arbeiten an und kann auf gesellschaftlich relevante Themen fokussieren, die die Mündigkeit der Schülerinnen und Schüler fördern oder einfach bestimmte Berufsfelder vorstellen (Haupt, 2015).

Versucht man die Schülerlabore anhand der Ziele der jeweiligen Labore einzuteilen, so findet man in Anlehnung an Haupt (2015) drei Kategorien (siehe Abbildung 1).

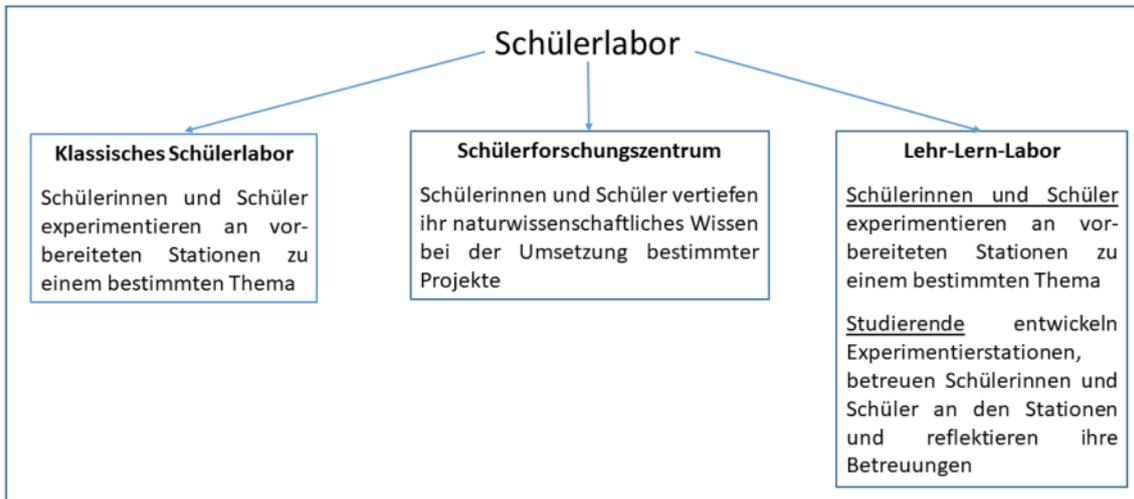


Abbildung 1: Grundlegende Klassifizierung von Schülerlaboren nach Haupt (2015).

### Das Schülerlabor

Das klassische Schülerlabor wird bevorzugt von Schulklassen besucht. Gelegentlich melden sich auch einzelne Jugendliche zu speziellen Ferienveranstaltungen der Schülerlabore an, um zu experimentieren. Diese finden vor Ort didaktisch vorbereitete Arbeitsaufträge und zugehörige Experimentierstationen, die meist selbstständig von den Jugendlichen bearbeitet werden. Betreut werden sie von wissenschaftlichen Mitarbeitern oder Studierenden. Die Durchführungen dauern in der Regel einen halben bis zu einem Tag.

### Das Schülerforschungszentrum

Das Schülerforschungszentrum bietet interessierten Jugendlichen die Möglichkeit vorgegebene aber bevorzugt auch eigene naturwissenschaftliche Projekte umzusetzen. Dazu stellt das Schülerforschungszentrum technische Geräte, experimentelles sowie fachliches Wissen der Betreuer und vor allem Zeit zum Experimentieren bereit, die meist in den Schulen nicht gegeben ist. Die Schülerinnen und Schüler werden von Wissenschaftlern oder Studierenden individuell oder in Kleingruppen betreut. Es besteht kein vorgegebener zeitlicher Rahmen, sodass sich ein Projekt über mehrere Tage und Wochen erstrecken kann. Schülerforschungszentren dienen der Vertiefung und durch

die Fokussierung auf ein bestimmtes Projekt auch der Spezialisierung des naturwissenschaftlichen Wissens der Schülerinnen und Schüler, sowie der Festigung des Interesses und der Förderung von Teamfähigkeit.

### Das Lehr-Lern-Labor

Lehr-Lern-Labore dienen als eine spezielle Art der Schülerlabore nicht nur den Schülerinnen und Schülern sondern auch den Lehramtsstudierenden, da die Labore im Rahmen eines Lehr-Lern-Labor Seminars in die Ausbildung der Lehramtsstudierenden integriert werden. Brüning (2016) definiert Lehr-Lern-Labore (LLL) wie folgt:

„LLL sind eine spezielle Organisationsform der Lehramtsausbildung, in der schulisches Lernen und studentische Lehramtsausbildung unter einer ganzheitlichen Perspektive miteinander verknüpft werden. Im Unterschied zu Vorlesungen, Seminaren oder Übungen in üblicher Form bieten LLL den Studierenden die Möglichkeit, in authentischen, aber komplexitätsreduzierten Lernumgebungen – je nach Schwerpunktsetzung – besondere Diagnose-, Förder- bzw. Handlungskompetenzen sowie Professionswissen zu erwerben und diese in zyklischen bzw. iterativen Prozessen zu vertiefen und in vielfältiger Weise anzuwenden. Anknüpfend an die Lernkultur der Lernlabor- und Werkstattarbeit ist im Lehr-Lern-Labor für die teilnehmenden Schüler meist ein forschendes Lernen prägend, für das die Studierenden in Abhängigkeit von den jeweiligen Intentionen und Gegebenheiten Mitverantwortung in der Planung und Organisation tragen und dies als eine wesentliche Basis für den angesprochenen Erwerb verschiedener Kompetenzen dient.“

Ausgehend von der Namensgebung „Lehr-Lern-Labor“ stellt Brüning (2016) in ihrer Definition die drei Merkmale „Lehren“, „Lernen“ und „Labor“ heraus.

### Zum Begriff „Lehren“

Im Lehr-Lern-Labor betreuen Studierende an zuvor selbst entwickelten Stationen mehrmals Schülerinnen und Schüler beim forschenden und selbstgesteuerten Lernen. Dabei haben die Studierenden die Möglichkeit methodisch zu variieren. Theoretisch erworbene didaktische oder pädagogische Grundlagen lassen sich so mehrmals an kleinen Unterrichtsminiaturen (Krüger et al., 2015) testen.

### Zum Begriff „Lernen“

Das „Lernen“ bezieht sich auf die Schülerinnen und Schüler sowie auf die Studierenden (Brüning, 2016). Die Schülerinnen und Schüler erlernen meist selbstständig fachliche Inhalte und haben die Möglichkeit ihre experimentellen, und durch das Arbeiten im Team auch ihre sozialen Kompetenzen zu entwickeln.

Auf der anderen Seite lernen die Studierenden, ihr fachliches und didaktisches Wissen anzuwenden, um Experimentierstationen zu vorgegebenen Themen zu entwickeln oder zu verbessern, damit sie anschließend Schülerinnen und Schüler an den Stationen betreuen können. Brüning erwähnt in ihrer Definition die vielfältigen Anknüpfungspunkte an die in der Ausbildung einer Lehrkraft geforderten Kompetenzen. Das Spektrum erstreckt sich von der Förderung von Professionswissen bis zur Handlungskompetenz und umfasst mit der Diagnosekompetenz und den Fördermöglichkeiten speziell pädagogische sowie fachdidaktische Inhalte. Grundsätzlich sollen Studierende fachdidaktische Konzepte anwenden und das Vermitteln von physikalischem Fachwissen, sowie schülerzentrierte Unterrichtsmethoden und Sozialformen praktisch erproben und diese reflektieren. Verlangt werden praxisorientierte Fähigkeiten, die die Handlungskompetenz der Studierenden fördert, da man jene nicht aus Faktenwissen, sondern aus Unterrichtserfahrung erwirbt. Professionswissen dient dabei als Voraussetzung zum Erwerb der professionellen Handlungskompetenz (Dohrmann & Nordmeier, 2015). Letztendlich ermöglicht dieses Lernkonzept einen konsequenten Aufbau professioneller Handlungskompetenz der Studierenden (Klees, 2013).

### Zum Begriff „Labor“

Grundlegend ist das Lehr-Lern-Labor ähnlich aufgebaut wie ein klassisches Schülerlabor. Schülerinnen und Schüler experimentieren an einem Tag in einem laborähnlichen Setting meist eigenständig an mehreren Experimentierstationen zu einem bestimmten vorgegebenen Themengebiet. Im Vergleich zu einem Schülerforschungszentrum sind die zu bearbeitenden Themen und damit auch die Experimentiermaterialien meist vorgegeben.

Zusammenfassend bezieht sich das Lehr-Lern-Labor Seminar auf folgende grundlegenden Fähigkeiten der Studierenden:

1. Theoriebasiertes Entwickeln oder Verbessern von Experimentierstationen zu einem vorgegebenen Themengebiet.

2. Testen verschiedener schülerzentrierter Unterrichtsmethoden bei mehrmaliger Betreuung von kleinen Schülergruppen an den Experimentierstationen.
3. Analyse bzw. Reflexion der Betreuungen nach jeder Durchführung mit den Kommilitonen und den Dozenten des Seminars.

Die drei Prozesse werden meist iterativ durchgeführt, sodass Vorbereitung bzw. Verbesserung, Durchführung und Reflexions- bzw. Analyseprozesse mehrmals in einem Seminar stattfinden. Hinzu kommen nach Dohrmann und Nordmeier (2015) Beobachtungsaufträge während der Durchführungen, sowie ein gezielter didaktischer Theorieinput zur Planung und Durchführung eines Lehr-Lern-Labors. Daraus soll eine „... stärkere Verzahnung zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und den Bildungswissenschaften sowie zwischen Theorie und Praxis...“ entstehen (Brüning, 2016, S. 1). Verstärkt wird diese Verzahnung, indem man das Wissen nicht nur einmalig zur Vorbereitung der Experimentierstationen, zur Betreuung der Schülerinnen und Schüler oder zur praxisnahen Reflexion (Völker & Trefzger, 2011) angewendet wird, sondern mehrmals iterativ nach jedem Zyklus.

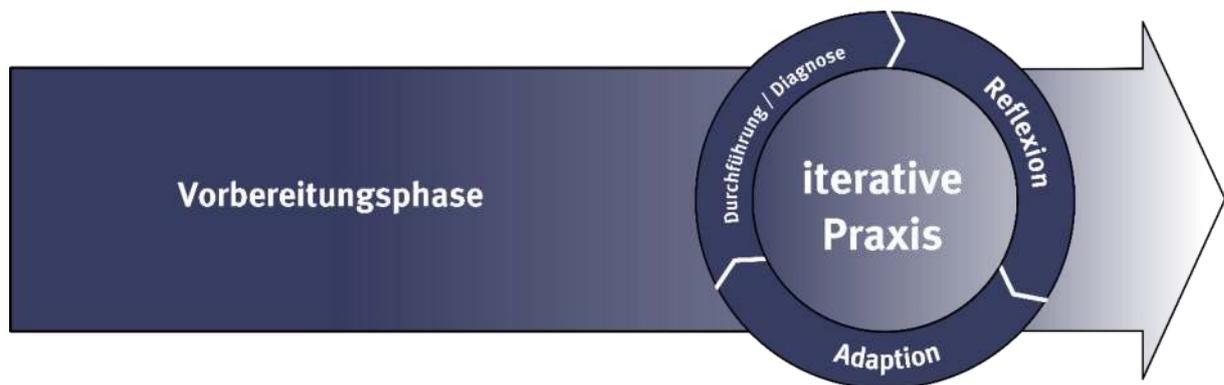
Standortbezogene Unterschiede zeigen sich durch die Verortung der Seminare in der Studienordnung, in der Verknüpfung mit anderen universitären Veranstaltungen, der Gesamtdauer, der Ausstattung, des thematischen Rahmenthemas und der Organisation des Seminars (Brüning, 2016).

Es lässt sich erkennen, dass sich Lehr-Lern-Labor Seminare an den vorgeschlagenen Kompetenzen der KMK orientieren (Krofta, Fandrich & Nordmeier, 2012) und das Potential haben, die Entwicklung dieser zu unterstützen. Wissenschaftliche Erkenntnisse, inwieweit Lehr-Lern-Labor Seminare jene Kompetenzen fördern, sind kaum vorhanden. Die vorliegende Arbeit soll dazu einen Beitrag leisten.

## **2.2 Das Würzburger Lehr-Lern-Labor Seminar in der Physikdidaktik**

Das Lehr-Lern-Labor Seminar ist seit 2010 verpflichtend in die Ausbildung der Physik-Lehramtsstudierenden für Realschulen und Gymnasien integriert. Die maximal 20 Studierenden, die sich für das Seminar anmelden können, haben die Möglichkeit ihr fachliches, fachdidaktisches sowie pädagogisch-psychologisches Wissen, das sie zuvor in Vorlesungen und Seminaren angeeignet haben, anzuwenden. Dabei sollen sie Experimentierstationen erstellen, an denen Schülerinnen und Schüler in einem Lernzirkel, betreut von den Studierenden, experimentieren können. Das Seminar bietet für die Studierenden die Möglichkeit, schon früh in der ersten Phase der

Lehramtsausbildung, „Lernstrategien bei gleichbleibenden Fachinhalten in unterrichtsnahen Praxissituationen an wechselnden Schülergruppen zu testen („iterative Praxis““ (Elsholz & Trefzger, 2017), um Praxiserfahrung zu sammeln. Das einsemestrige Seminar teilt sich auf in die Vorbereitungsphase und in die anschließende Praxisphase (siehe Abbildung 2).



*Abbildung 2: Der Ablauf des Lehr-Lern-Labor Seminars.*

### Die Vorbereitungsphase

Die Vorbereitungsphase umfasst ca. 10 Wochen, in denen die Studierenden zu einem vorgegebenen zentralen Thema, Experimentierstationen erstellen. Jedes Semester wird für das Seminar ein Themengebiet aus den Inhalten des bayerischen Lehrplans für Realschulen oder Gymnasien festgelegt. Bisherige Themen waren Optik, Elektrizitätslehre, Energie, Wärmelehre, Biophysik und Quantenphysik, sodass Lehr-Lern-Labore für den Anfangsunterricht aus der 7. Jahrgangsstufe, als auch für die Oberstufe des Gymnasiums, sowie für alle Jahrgangsstufen der Realschule in Bayern angeboten werden können. In Abhängigkeit der Anzahl der Studierenden im Seminar bearbeiten die Studierenden jeweils eine Experimentierstation oder sie teilen sich zu Beginn in Zweiergruppen auf und bearbeiten zu zweit eine Station. Insgesamt entstehen so zu einem physikalischen Gebiet ca. 10 Stationen. Da die Themengebiete teilweise schon von früheren Semestern bearbeitet wurden, kommt es vor, dass die Studierenden vorgefertigte Stationen verbessern und nicht grundlegend neu konzipieren müssen. Die Aufgabe der Studierenden besteht darin, Lernziele zu erarbeiten, die die Schülerinnen und Schüler mit passenden Schülerexperimenten untersuchen können. Dabei werden die Inhalte didaktisch sinnvoll elementarisiert und aufbereitet. Die Studierenden erstellen digitale Begleitmaterialien mit dem Online-Tool Tetfolio (Haase, Kirstein & Nordmeier, 2016), die von den Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren mit

einem iPad abgerufen werden. Die Begleitmaterialien beinhalten unter anderem die Zielsetzungen an der entsprechenden Station, Anleitungen zum Experimentieren aber auch Fragen zur Kontrolle des Gelernten. Die Studierenden haben die Möglichkeit mit Hilfe von Tetfolio Anleitungen als Videos bereitzustellen oder Fragen als Quiz zu erstellen, sodass die Antworten von den Schülerinnen und Schülern selbstständig kontrolliert und verbessert werden können. Zusammengefasst sollen sich die Studierenden in der Vorbereitungsphase mit folgenden Fragen auseinandersetzen:

- Welche Lernziele oder Kompetenzen sollen die Schülerinnen und Schüler an der Station erlernen?
- Welches Experiment ist für die Beantwortung der Lernziele geeignet?
- Wie stark sollen die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren durch das Begleitmaterial unterstützt oder gelenkt werden?
- Welche Art der Anleitung ist mediendidaktisch sinnvoll?



Abbildung 3: Experimentierstation „Braun'sche Röhre“ zum Thema Elektrizitätslehre.

Die Studierenden bekommen zu Beginn des Seminars keinen theoretischen Input. Letztlich sollen sie aus den schon besuchten fachwissenschaftlichen, didaktischen sowie pädagogisch-psychologischen Veranstaltungen ihr Wissen bei der Konzeption der

Stationen anwenden. Am Ende der Vorbereitungsphase bekommen die Studierenden von ihren Kommilitonen aus dem Seminar Rückmeldungen zu ihren Stationen. Abbildung 3 zeigt zum Beispiel die Station „Braun'sche Röhre“ aus dem Lehr-Lern-Labor zum Thema Elektrizitätslehre. Zu erkennen sind die Experimentiergegenstände und das Tablet mit der Software Tetfolio.

### Die Praxisphase

In der Praxisphase besuchen vier oder fünf Schulklassen an vier oder fünf Terminen für jeweils ca. vier Stunden das Lehr-Lern-Labor Seminar am M!ND-Center der Universität Würzburg. In Abhängigkeit vom gewählten Themengebiet variiert die Jahrgangsstufe und somit das Alter der Schülerinnen und Schüler von 13 Jahren (7. Jahrgangsstufe) bis 17 Jahren (11. Jahrgangsstufe). Die Schülerinnen und Schüler teilen sich in kleine Gruppen mit jeweils 3-5 Schülerinnen und Schüler auf und bearbeiten mit Hilfe der iPads die Fragestellungen an den Stationen, die jeweils ca. 20 Minuten in Anspruch nehmen sollen. Dabei werden sie von einem der beiden Studierenden in einem Microteaching-Setting betreut, die die jeweilige Station erstellt haben. Die Studierenden wechseln sich bei der Betreuung ihrer Station ab. Durch diese Vorgehensweise hat jeder Studierende die Möglichkeit, die Art der Betreuung mehrmals zu variieren. Sie können somit selber testen, ob eine enge Betreuung oder eine passive Betreuung für die Schülerinnen und Schüler am besten geeignet war. Außerdem könnten sie ihren Fokus auf bestimmte Phasen der Betreuung oder auf die Lehrer-Schüler-Interaktion legen. Die Besuche der Schulklassen sind so geplant, dass eine Klasse pro Woche das Seminar besucht. Somit haben die Studierenden nach den Durchführungen Zeit, ihre Stationen zu verbessern, bis die nächste Klasse das Seminar besucht. Direkt nach jedem Besuch reflektieren die Studierenden untereinander (Peer-Feedback) und zusammen mit den zwei Dozenten (Experten-Feedback) ihre Betreuung. Die Erfahrungen beim Betreuen werden ausgetauscht und Probleme, die aufgetreten sind, werden diskutiert. Die Reflexionsphasen sind so konzipiert, dass jeder seine Erfahrungen beim Betreuen äußern und mit den Kommilitonen und Dozenten diskutieren kann. Zusätzlich fassen die Studierenden ihre Erfahrungen schriftlich in drei Logbüchern zusammen, um Selbstreflexionsprozesse auszulösen. Die drei Logbücher werden direkt nach der Vorbereitungsphase, nach der ersten und nach der letzten Durchführung erstellt. Abbildung 4 zeigt drei Schülerinnen beim Experimentieren an einer Station zum Thema Biophysik, sowie die Studentin, die an ihrer selbst konzipierten Station betreut sowie einen der beiden Dozenten des Seminars. Die Mitschriften der Schülerinnen und Schüler wurden mit Tetfolio digital gespeichert, sodass sie nach dem Besuch die Möglichkeit haben ihre Erkenntnisse in der Schule nachzubereiten.



Abbildung 4: Schülerinnen, Studentin und Dozent an einer Station zum Thema „Biophysik“.

Unter Berücksichtigung der Forderungen der KMK (2005) lässt sich zusammenfassen, dass das Würzburger Lehr-Lern-Labor Seminar in die Lehramtsausbildung der Physik-Lehrkräfte fest integriert wurde, um theoretisches Wissen an komplexitätsreduzierten Unterrichtseinheiten bei der Erstellung der Stationen und bei der Betreuung der Schülerinnen und Schüler anwenden zu können (Verbindung von Theorie und Praxis). Die Studierenden lernen schülerzentrierte Unterrichtsmethoden umzusetzen und lernen diese zu reflektieren (vgl. S. 1, Stichpunkt e) Erprobung und anschließende Reflexion eines theoretischen Konzepts in natürlichen Unterrichtssituationen an außerschulischen Lernorten (KMK, 2005)).

### **2.3 Lehr-Lern-Labore als komplexitätsreduzierte Lehr- und Lernumgebungen**

Das Lehr-Lern-Labor gibt durch seine Konzeption gewisse Voraussetzungen bezüglich der Unterrichtssituationen und der Komplexität dieser vor. Im Folgenden wird das Lehr-

Lern-Labor bezüglich jener Voraussetzungen eingeordnet, um Aussagen über die Möglichkeiten der Anwendung des didaktischen und pädagogischen Wissens treffen zu können.

### 2.3.1 Microteaching Settings im Lehr-Lern-Labor

Wie lassen sich die Unterrichtsversuche in der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars beschreiben und in typische praxisbezogene Lehrverfahren einordnen? Hierbei hilft das Konzept des Microteaching, welches seit den 70er Jahren Einzug in die Lehramtsausbildung gefunden hat. Anschließend an die Definition des Microteaching werden in diesem Abschnitt die Unterrichtskonzepte in der Praxisphase mit den Hauptaspekten der Definition verbunden.

„Unter Microteaching versteht man einen Unterrichtsversuch, der unter erheblich vereinfachten Bedingungen stattfindet und wesentlich kürzer ist als eine normale Unterrichtsstunde. ... Die entscheidende Idee des Microteaching ist, dass sich das Unterrichten in eine Reihe von Einzelfertigkeiten zerlegen lässt, die gezielt geübt werden können.“ (Havers, 2002, S. 9)

Klinzing (2002) und Helmke (2013) erweiterten die Definition des Microteaching um den Aspekt der Reflexion der Unterrichtsversuche.

Havers und Toepell (2002) stellten in ihrem Artikel mehrere Trainingsverfahren vor, die das beschriebene Konzept beinhalten. Sie zeigten, dass die Einübung bestimmter Aspekte des Unterrichts mit dessen Hilfe sehr vielfältig sein kann. Anstatt sich auf einzelne Lehrfertigkeiten zu konzentrieren, kann man seinen Fokus beispielsweise auch auf kommunikative Fertigkeiten legen (Klinzing, 2002) oder einzelne Unterrichtsmerkmale betrachten (Becker, 1973). Hierbei legt man den Augenmerk zum Beispiel auf die Motivation, Begleitung der Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren oder die Ergebnissicherung.

Dass Microteaching-Settings den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflussen, zeigte die Meta-Studie von Hattie. Er untersuchte den Einfluss der Lehrperson auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler. Es zeigte sich, dass diese Form des Unterrichts mit einer Effektstärke von  $d = 0,88$  den größten Einfluss besitzt. Betrachtet man alle untersuchten Bereiche, so landet Microteaching auf Rang 4 von 138 Einflussgrößen (Hattie, 2014). Eine derart große Bedeutung bestätigte Helmke, indem er argumentierte, dass Microteaching die Beobachtungskompetenz steigert und dass sich Reflexionen auf beobachtbares Verhalten beziehen. Für Helmke ist es wichtig, dass

auch schon Studierende des Lehramts *beschreiben* und *bewerten* trennen und kriteriengeleitet urteilen (Helmke, 2013).

Palasch und Strehlow (1987) nutzten in ihrer Studie ein Schulpraktikum, in dem Studierende ausgewählte didaktische Fertigkeiten in Mini-Unterrichtsstunden von 20 Minuten vor einer geteilten Schulklasse einübten. Die Unterrichtsversuche wurden videografiert und anschließend in der Gruppe besprochen. Sie folgerten, dass sich Microteaching besonders gut zum Üben komplexer, aber relativ klar definierter didaktischer und kommunikativer Fertigkeiten eignet. Klinzing (2002) fasst in seiner Meta-Studie zusammen, dass Microteaching sozial- und unterrichtliche Kompetenzen der Lehrperson fördert. Es sind, nach seiner Schlussfolgerung, „positive Resultate“ in der Lehrerausbildung zu erwarten, sodass nach seiner Ansicht der Einsatz weiterhin zu empfehlen ist.

Anhand obiger Definition lässt sich nun die Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars beschreiben:

In der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars begleiten die Studierenden wiederholt ca. 20 Minuten 3-5 Schülerinnen und Schüler an den Experimentierstationen. Dieses Setting stellt somit im Vergleich zu einer Unterrichtsstunde einen komplexitätsreduzierten Unterrichtsversuch dar. Die Studierenden haben die Möglichkeit sich auf einzelne Unterrichtssituationen zu konzentrieren, die sie durch wiederholte Durchführungen variieren können. Grundlegend bezieht sich dieses Setting auf die Begleitung der Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren und stellt somit eine bestimmte Unterrichtssituation dar. In jener Unterrichtssituation kann sich der Studierende zusätzlich speziell auf einzelne Aspekte wie Motivation, Art der Interaktion mit den Schülerinnen und Schülern, Reaktion auf Fehler beim Experimentieren oder auch auf den Umgang mit Disziplinproblemen konzentrieren. Definitionskonform werden die Betreuungen nach jedem Besuch einer Schulklasse in der Gruppe zusammen mit den Dozenten reflektiert. Man erkennt, dass die Unterrichtsversuche in der Praxisphase des Seminars die Hauptaspekte des Microteaching abdecken, sodass man es auch als solches bezeichnen kann.

Somit lässt sich festhalten, dass das Lehr-Lern-Labor Seminar das Potential besitzt einerseits schülerzentrierte Unterrichtsmethoden (Völker & Trefzger, 2011) einzuüben und andererseits die Reflexionskompetenz und dabei das Beschreiben und Bewerten von kurzen Unterrichtssequenzen fördern kann.

### 2.3.2 Das Lehr-Lern-Labor als "Preparation for Practice"

Das Lehr-Lern-Labor Seminar soll den Studierenden erste Praxiserfahrungen bereitstellen, indem sie Experimentierstationen konzipieren, mehrmals Schülerinnen und Schüler betreuen und ihr Vorgehen reflektieren. Es stellt sich dabei die Frage, welches Potential das Seminar für die Vorbereitung der Studierenden für den zukünftigen alltäglichen Unterricht bereitstellt. Inwieweit nähert man sich durch die Betreuungen im Lehr-Lern-Labor dem alltäglichen Unterrichten in der Schule an? Um diese Frage zu beantworten, wird Grossmans Arbeit herangezogen. Grossman et al. (2009) untersuchte in ihrer Studie, wie verschiedene Disziplinen Studierende auf ihre Praxis vorbereiten und inwieweit man sich mit den entsprechenden Methoden an die reale Praxis angenähert hat. Dabei beschäftigte sie sich mit der Ausbildung von Geistlichen, Psychologinnen bzw. Psychologen und Lehrkräften und identifizierte folgende drei Schlüsselkonzepte, mit denen man die Ausbildung charakterisieren kann:

- *Representation*
- *Decomposition*
- *Approximation of Practice*

*Representation* beschreibt die möglichen Darstellungsformen der Praxis, mit der gelernt werden soll. Studierende können beispielsweise Unterricht vor Ort beobachten, Videosequenzen von Unterricht analysieren, Beschreibungen von Vorgehensweisen lesen oder in einem Gespräch mit der Lehrerin oder dem Lehrer den Unterricht reflektieren. Der Dozent muss sich entscheiden, welche Art der Repräsentation für die jeweilige Ausbildung am geeignetsten ist. Videosequenzen zeigen beispielsweise Interaktionen der Lehrkraft mit den Schülerinnen und Schülern, jedoch sieht man keine Begründungen für das Vorgehen. Texte mit Beschreibungen können Begründungen aufzeigen, jedoch sieht man nicht die Umsetzung im Unterricht. Das Lehr-Lern-Labor Seminar bietet für die Studierenden die Möglichkeit, die Betreuung seiner Kommilitonen an den Stationen zu beobachten. Somit sehen sie mehrfach die Interaktionen zwischen Studierenden und den Schülerinnen und Schülern und können diese interpretieren. Als weitere Repräsentationsart werden die Betreuungen zusammen mit allen Studierenden und den Dozenten reflektiert, sodass auch Begründungen zum Vorgehen ausgetauscht werden können. Im Gegensatz zum Lernen durch „Best-Practice“ sehen die Studierenden in der Praxisphase des Seminars auch fehlerhafte Betreuungen, sodass anschließende Reflexionen für beide, dem Beobachter und dem Betreuer relevant sind. Durch eine zusätzliche Videoanalyse können auch eigene Betreuungen analysiert werden. Außerdem lässt sich das Video mehrmals anschauen, sodass Details oder Durchführungen aus mehreren Blickwinkeln analysiert werden können.

Vor allem Studierende haben bei der Beobachtung des Unterrichts Probleme, das Geschehen richtig zu beschreiben und vor allem zu erkennen, was beschrieben werden soll (Berliner et al., 1989). Durch das Konzept des *Decomposition* können sie sich auf bestimmte Aspekte des komplexen Unterrichts konzentrieren und diese auch in der Praxis einüben. *Decomposition* beschreibt die Zerlegung des Unterrichts in bestimmte Merkmale. Demnach ist *Decomposition* eng mit der Idee des Microteaching verbunden, da auch hier Unterricht in Teilaspekte zerlegt und wiederholt eingeübt werden. Bei der Beobachtung des Unterrichts soll sich der Studierende dann auf eines der Merkmale konzentrieren. Mögliche Merkmale wären spezielle Unterrichtsmerkmale, Unterrichtsphasen, Vorbereitungs- oder Reflexionsphasen oder das Verhalten der Lehrkraft oder der Schülerinnen und Schüler. *Decomposition* bietet durch die Vorgabe und die Konzentration auf bestimmte Merkmale die Möglichkeit, die Professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden zu schulen (Grossman, 2009; S. 15). Gibt man einen bestimmten Beobachtungsauftrag vor, so reduziert sich die Komplexität der Beobachtung auf ein Merkmal, da sich auch die Analyse nur auf jenes Merkmal bezieht. Im Lehr-Lern-Labor Seminar können sich die Studierenden durch die mehrmaligen Durchführungen einerseits bei der Beobachtung und andererseits auch bei der eigenen Betreuung auf bestimmte vorher vereinbarte Merkmale konzentrieren und anhand dieser anschließend reflektieren. Da die Reflexionsphasen im Anschluss an den Durchführungen nicht theoriegebunden sind und eher allgemein in dem Sinne gehalten wurden, dass die Studierenden das äußern dürfen, was ihnen aufgefallen ist, bleibt es den Studierenden überlassen, sich auf bestimmte Aspekte zu beziehen. In den Reflexionsphasen könnte man sich beispielsweise auf die Phase der Betreuung, also auf die Einstiegs-, Bearbeitungs- oder Sicherungsphase beziehen, auf die Art der Motivation beziehungsweise auf die Stärke der *Lernbegleitung* der Lehrkraft beim Experimentieren der Schülerinnen und Schüler oder auf das Lernen oder das Sozialverhalten der Schülerinnen und Schüler.

Letztlich stellt sich die Frage, wie realitätsnah im Lehr-Lern-Labor betreut oder unterrichtet wird. Im ersten Ausbildungsabschnitt der Physiklehrkräfte an der Universität gibt es verschiedene Möglichkeiten Praxiserfahrung zu sammeln. Praktika in der Schule sind sehr realitätsnah, bieten jedoch nicht die Möglichkeit, verschiedene Vorgehensweisen beim gleichen Thema auszuprobieren. Fehler beim Unterrichten sollten prinzipiell vermieden werden, sodass der Studierende meist keine neuen oder ihm unbekanntes Vorgehensweisen ausprobieren will. Teilweise könnten sich missglückte Lehrversuche negativ auf das Selbstkonzept des Studierenden auswirken. Um diesem entgegen zu wirken könnte im Sinne der *Approximation of Practice* die Reduktion der Komplexität des Unterrichts, beispielsweise durch die Reduktion der Dauer oder durch das Unterrichten in einem Microteaching-Setting erste Unterrichtsversuche der Studierenden vereinfachen. Auch das Unterrichten vor

Kommilitonen erlaubt es den Studierenden, Fehler zu machen und verschiedene Vorgehensweisen wiederholt auszuprobieren. Nach Grossman (2009) variiert die Annäherung an das Unterrichten vom Bearbeiten oder Analysieren einzelner Aspekte des Unterrichts bis zum Unterrichten vor einer Schulklasse, wobei dann noch ein erfahrener Lehrer anwesend sein sollte. Die letzte Stufe stellt somit immer noch kein eigentliches selbstständiges und alleiniges Unterrichten vor einer Schulklasse dar. Entscheidend ist auch die Rolle des Dozenten im Seminar. Seine Aufgabe besteht darin, Lerngelegenheiten bereitzustellen und Feedback zu geben. Im Lehr-Lern-Labor Seminar betreuen die Studierenden wiederholt 2-4 Schülerinnen und Schüler ca. 20 Minuten an den Experimentierstationen. Zwischen den Durchgängen wird das Vorgehen reflektiert und die Studierenden haben die Möglichkeit, ihr Vorgehen an anderen Schülerinnen und Schülern wiederholt zu testen oder Fehler zu verbessern. Das Lehr-Lern-Labor ist somit eine komplexitätsreduzierte Lernumgebung. Trotzdem stellt die Betreuung im Lehr-Lern-Labor bedingt durch die Betreuung von Schülerinnen und Schülern und durch das Unterrichten von lehrplanrelevanten Unterrichtsthemen eine realitätsnahe sowie realistische Unterrichtssituation dar. In Abbildung 5 ist das Lehr-Lern-Labor Seminar nochmals bezüglich der drei Schlüsselkonzepte eingeordnet. Gelb markiert sind die Felder, die vom Lehr-Lern-Labor abgedeckt werden.



Abbildung 5: Einordnung des Lehr-Lern-Labors in die drei Schlüsselkomponenten des Lernens für die Praxis nach Grossman (2009). Die Abstufungen des „Approximation of Practice“ sind als kontinuierliche Annäherung an die Praxis zu verstehen. Die Unterpunkte der Facetten „Representation“ und „Decomposition“ sind als gleichwertig zu betrachten.

Durch die vielen Repräsentationsarten der Praxis, durch die Reduzierung der Komplexität des Unterrichts, durch die Möglichkeit der Konzentration auf einzelne Aspekte bei den Beobachtungen der Betreuungen und durch die Reflexionsmöglichkeiten während der Betreuungen, bietet das Lehr-Lern-Labor den Lehramtsstudierenden die Möglichkeit, ihre Reflexionskompetenz zu trainieren (siehe

auch Abschnitt 4). Wird diese Kompetenz trainiert, so verbessert sich die Fähigkeit, Unterricht kompetent zu analysieren und zu bewerten (Stürmer, Seidel & Schäfer, 2013). Jene Fähigkeit wird als Professionelle Unterrichtswahrnehmung (PU) beschrieben. Eine genaue Definition der PU folgt in Abschnitt 3. Inwieweit das Konzept des Lehr-Lern-Labor Seminars die PU der Lehramts-studierenden fördern kann ist bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht untersucht worden und ist die zentrale Fragestellung dieser Arbeit (siehe Abschnitt 5).

## **2.4 Wirksamkeit von Lehr-Lern-Laboren in der Lehramtsausbildung**

Betrachtet man den aktuellen Stand der Lehr-Lern-Labor Forschung, so stellt man fest, dass es bis zum jetzigen Zeitpunkt nur wenige Studien zur Untersuchung der Wirksamkeit von Lehr-Lern-Labor Seminaren in der Lehramtsausbildung gibt (Rehfeldt, Klempin, Seibert, Mehrrens & Nordmeier, 2017). Untersuchungen zum forschenden Lernen, zur Entwicklung des Interesses, der Motivation oder des Selbstkonzepts von Schülerinnen und Schülern nach einem Besuch eines außerschulischen Lernortes sind dagegen vorhanden und zeigen durchaus übereinstimmende Ergebnisse (Pawek, 2009; Guderian, 2007; Zehren, 2009; Brandt, 2005; Wesnigk, 2012).

Fasst man die vorhandenen Untersuchungen zur Wirksamkeit der Lehr-Lern-Labore in der Lehramtsausbildung zusammen, so zeigt sich unter anderem, dass sich im Verlauf eines Lehr-Lern-Labor Seminars nach eigenen Angaben der Physik-Lehramtsstudierenden die Betreuung hin zu mehr Schüleraktivität änderte. Zusätzlich verbesserte sich die Einschätzung der Schülerinnen und Schüler bezüglich Schülervorstellungen oder Fachwissen und die Studierenden interagieren nach einigen Betreuungen souveräner mit den Schülerinnen und Schülern (Völker & Trefzger, 2011). Die Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden findet im Rahmen eines Lehr-Lern-Labor Seminars in mehreren Studien Berücksichtigung. In der Untersuchung von Krofta und Nordmeier (2014) wurde sie in einem Pre-Post-Vergleich als stabil über das Seminar hinweg gemessen. Dohrmann und Nordmeier (2018) stellten in Bezug auf die Planung und Durchführung von Unterricht eine Verbesserung dieser fest, die durch die Studie von Weiß et al. (2018) im Bezug auf Planungs- und Reflexionsfähigkeit bestätigt werden konnte. Die Studie von Smoor und Komorek (2018) zeigt unter anderem, dass sich Reflexionsprozesse der Studierenden eher auf ihre eigene Planung und Umsetzung der Versuche beziehen, als auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler. Anpassungen der Materialien wurden beispielsweise durch falsches Zeitmanagement begründet. In den Lehr-Lern-Laboren von Rehfeldt et al. (2018) konnte jedoch die Reflexionstiefe der Studierenden stark verbessert werden. Zusätzlich konnte er belegen, dass die

Praxisrelevanz im Vergleich zum bisherigen Studium von den Studierenden nach dem Besuch eines Lehr-Lern-Labor Seminars höher eingeschätzt wurde. Sorge et al. (2017) beschäftigte sich mit der wahrgenommenen Lernunterstützung im Lehr-Lern-Labor Seminar sowie den Erwartungen und Bewertungen dieser Veranstaltung im Vergleich zu Schulpraktika oder anderen Seminaren. Er stellte bezüglich des Lehr-Lern-Labor Seminars fest, dass die Erwartungen grundsätzlich leicht höher lagen, als die Bewertungen. Die wahrgenommene Lernunterstützung war größtenteils durchaus vergleichbar mit Schulpraktika. Die vorläufigen Ergebnisse von Dohrmann und Nordmeier (2018) deuten außerdem an, dass sich das fachdidaktische Wissen der Studierenden durch die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar vergrößerte, wobei die selbsteingeschätzte Unterrichtskompetenz über das Seminar hinweg konstant blieb.

Die Lehr-Lern-Labor Forschungen aus Würzburg beziehen sich neben der hier vorgestellten Studie zur PU auf die Entwicklung und Struktur des akademischen Selbstkonzepts der Physik-Lehramtsstudierenden (Elsholz & Trefzger, 2017) sowie das Nutzen ihres fachdidaktischen und fachlichen Vorwissens im Seminar bezüglich der Konzeption der Experimentierstationen und ihrer Reflexionsprozesse (Fried & Trefzger, 2017). Fried stellte mit Hilfe von Logbuchanalysen fest, dass die Studierenden bei der Konzeption der Stationen bewusst nahezu kein Fachwissen verwendeten, jedoch größtenteils ihr aus vorherigen Seminaren und Vorlesungen angeeignetes fachdidaktisches Wissen berücksichtigt haben (Fried & Trefzger, 2017). Elsholz konnte unter anderem zeigen, dass sich das akademische Selbstkonzept in die drei Facetten CK (Fachwissen), PCK (fachdidaktisches Wissen) und PK (pädagogisches Wissen) abbilden lässt. Außerdem wurden in einem Wachstumskurvenmodell signifikante Effekte des Geschlechts und der Praxiserfahrung auf *latente intercept*- und *slope*-Variablen gefunden (Elsholz, in Vorbereitung).

Erste Ergebnisse zur Lehr-Lern-Labor Forschung zeigen teilweise übereinstimmende (vgl. Selbstwirksamkeitserwartung), aber auch widersprüchliche Ergebnisse (vgl. Reflexionskompetenz), die wohl aus dem Seminarkonzept und den Zielen des Seminars resultieren. Jedenfalls sind weitere Studien notwendig, um die ersten Ergebnisse zur Wirksamkeit von Lehr-Lern-Laboren in der Lehrerbildung zu untermauern und weitere Fragen zur Kompetenzentwicklung zu beantworten.

### 3 Die Professionelle Unterrichtswahrnehmung

Im ersten Abschnitt des folgenden Kapitels wird zunächst definiert, was man unter professioneller Wahrnehmung versteht und wie diese als Professionelle Unterrichtswahrnehmung in die Klassenzimmer Einzug gehalten hat. Anschließend wird in Abschnitt 3.2 die PU unter Berücksichtigung zweier Kompetenzmodelle den Dimensionen der Kompetenzen einer Lehrkraft zugeordnet. Im Abschnitt 3.3 werden Unterrichtsmerkmale beschrieben, auf die man sich bei der Anwendung der PU im Lehr-Lern-Labor Seminar beziehen kann, sowie deren Legitimation durch die Selbstbestimmungstheorie. Letztlich wird in Abschnitt 3.5 der aktuelle Forschungsstand zur PU zusammengefasst, welcher Grundlage für die Entwicklung der Intervention der vorliegenden Studie sein soll.

#### 3.1 Definition der Professionellen Unterrichtswahrnehmung

Die Professionelle Unterrichtswahrnehmung entstammt der Theorie zur „Professional Vision“ von Goodwin (1994). Anhand zweier Beispiele aus dem Bereich der Archäologie und der Rechtswissenschaft, stellte er drei Merkmale vor, an denen man erkennen kann, wie am konkreten Beispiel professionell wahrgenommen wurde: (1) *coding schemes*, (2) *highlighting* und (3) *production and articulation of material representations* (siehe Abbildung 6).

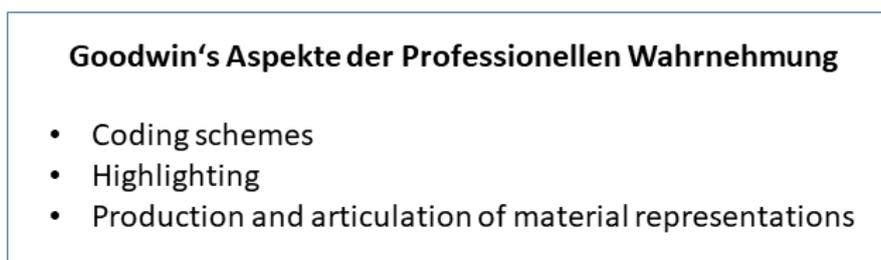


Abbildung 6: Goodwin's Aspekte, die die professionelle Wahrnehmung eines Experten charakterisieren.

Anhand der genannten Beispiele beschrieb er die Merkmale: Bezogen auf das erste Merkmal muss ein Archäologe bei seinen Ausgrabungen die Beobachtungen zunächst mit Hilfe vorhandener Theorien kodieren und kategorisieren, damit sie mit theoretischen Konstrukten oder empirischen Ergebnissen verglichen werden kann. Anschließend werden relevante Stellen der Ausgrabung mittels theoretischen Wissens des Archäologen hervorgehoben und dokumentiert. Zuletzt werden die Beobachtungen

als Texte, Diagramme oder Skizzen dokumentiert, sodass andere Archäologen nachvollziehen können, wie man gearbeitet bzw. beobachtet und analysiert hat. Goodwin zeigte, dass die professionelle Wahrnehmung abhängig von der Profession des Beobachters ist. Die Dokumentationen der Ausgrabungen lassen sich nur nachvollziehen, wenn man grundlegende Kompetenzen in diesem Gebiet besitzt. Nur dann kann eine Kollegin oder ein Kollege nachvollziehen, was entdeckt wurde. Ähnlich wie Ausgrabungen anders von einem Archäologen interpretiert werden, als von einem Laien, wird ein Verkehrsunfall von einem Notarzt anders wahrgenommen, als von einem Passanten, der zur Unfallstelle kommt. Der Arzt kann bedingt durch seine Ausbildung und seine Erfahrung professionell handeln, wobei der Passant häufig überfordert wirken kann. Beide nehmen den Unfall anders wahr und handeln dementsprechend anders. Die professionelle Wahrnehmung ist somit ein von der Profession des Beobachters und von der jeweiligen Situation abhängiger Prozess, der zur Wahrnehmung zugrunde liegendes fachabhängiges Wissen voraussetzt und erst erlernt werden muss (Goodwin, 1994).

Goodwin (1994, S. 606) fasste die professionelle Wahrnehmung folgendermaßen zusammen: “By applying such practices to phenomena in the domain of scrutiny, participants build and contest professional vision, socially organized ways of seeing and understanding events that are answerable to the distinctive interests of a particular social group.” Mit dem Begriff „practices“ nahm er Bezug auf die drei Aspekte Professioneller Wahrnehmung (siehe Abbildung 6).

Sherin und van Es übertrugen das Konzept der professionellen Wahrnehmung auf den Unterricht. Kurz und prägnant definierten sie: „Thus, for teachers, professional vision involves the ability to make sense of what is happening in their classrooms.” (Sherin, 2007; S. 384). Dabei bezog sie sich auf die Fähigkeit einer Lehrkraft, relevante Situationen im Unterrichtsverlauf zu *erkennen* und diese mit dem Wissen über effektives Lehren und Lernen *begründen* zu können (van Es & Sherin, 2002). Die PU lässt sich also in die Komponente des *Noticing (selective attention)* und des *knowledge-based Reasoning* unterteilen (Seidel & Sturmer, 2014; Sherin, 2007; van Es & Sherin, 2002).

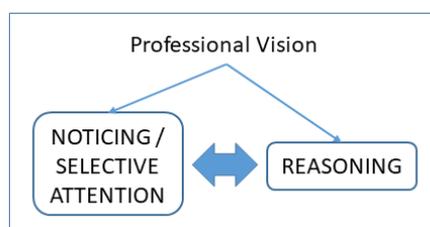


Abbildung 7: Die Dimensionen der Professionellen Unterrichtswahrnehmung nach van Es und Sherin (2002).

Nach van Es und Sherin (2002) bedeutet *Noticing* zunächst zu *erkennen*, welche Unterrichtsmerkmale für das Lernen der Schülerinnen und Schüler in diesem Moment und für den weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde wichtig sind (vgl. Abbildung 7, linke Seite). Lehrpersonen stehen vor der Aufgabe aus der Komplexität der Eindrücke während des Unterrichtens die Aufmerksamkeit auf relevante Situationen zu lenken. Versetzt man sich in die Lage einer Lehrkraft, die gerade unterrichtet, so wird sie mit einer Vielzahl an Informationen gleichzeitig konfrontiert. Die Lehrkraft bekommt beispielsweise Rückmeldung über den Wissensstand einzelner Schülerinnen und Schüler oder über ihr Sozialverhalten. Sie muss Schülerkommentare bewerten, Experimente durchführen oder Schülerexperimente begleiten, die Lernziele und den Ablauf der Stunde im Blick haben und natürlich auf Fragen und Kommentare der Schüler fachlich richtig und pädagogisch angemessen reagieren. Da nicht alle Reize gleichzeitig verarbeitet werden können, muss sie die Fähigkeit besitzen, aus der Vielzahl an Informationen diese zu beachten, die für den weiteren Verlauf der Unterrichtsstunde entscheidend sind. Sherin spricht dabei von „selective attention“, wenn sich Lehrkräfte gezielt auf bestimmte Aspekte des Unterrichts konzentrieren (Sherin & Russ, 2014). Die Lehrkraft könnte sich beispielsweise auf Diskussionen der Schülerinnen und Schüler über den physikalischen Inhalt konzentrieren oder die *Lernatmosphäre* im Klassenzimmer beachten. Frederiksen (1992) spricht davon, während des Unterrichtens einen „call-out“ zu machen, also relevante Situationen zu registrieren und anschließend zu entscheiden, wie darauf reagiert werden soll. Erfahrene Lehrkräfte haben an bestimmten Stellen ihres Unterrichts „checkpoints“, an denen sie gezielt relevante Unterrichtsmerkmale beobachten und entscheiden, ob der Ablauf der Unterrichtsstunde abgeändert werden muss (Leinhardt, Putnam, Stein & Baxter, 1991). Es geht dabei nicht darum, den zugrunde liegenden Plan oder die Lernziele der Stunde abzuändern, sondern darum, die Unterrichtsphasen an die Lerngegebenheiten der Schülerinnen und Schüler anzupassen. Entscheidungen zum Ablauf der Unterrichtsstunde werden somit nicht nur in der Vorbereitung getroffen, sondern müssen auch während des Unterrichtens erfolgen (Meschede, 2014). Das *Noticing* ist also ein Aufmerksamkeitsprozess (Sherin & van Es, E. A., 2008), der dabei ein erster Hinweis auf zugrunde liegendes Wissen darstellt (Stürmer, Königs & Seidel, 2012). Im Folgenden wird der zweite Aspekt der PU als ein wissensbasierter Informationsverarbeitungsprozess vorgestellt (Sherin & van Es, 2008).

Nachdem die Lehrkraft erkannt hat, welche Unterrichtssituation entscheidend für den weiteren Verlauf der Stunde ist, muss sie richtig interpretiert werden, um Handlungsalternativen ableiten zu können (vgl. Abbildung 7, rechte Seite). Dafür ist theoretisches Wissen notwendig (Goodwin, 1994; Seidel & Sturmer, 2014; Sherin, 2007; van Es & Sherin, 2002). Die Lehrkraft muss Verbindungen zwischen der konkreten Situation und den zugrunde liegenden theoretischen Konzepten herstellen

können (van Es & Sherin, 2002). Sie soll beispielsweise erkennen, dass die Fragestellungen der Lehrkraft ungeeignet waren, sodass die Schülerinnen und Schüler bei der Lösung der Aufgabe keine eigenen Strategien anwenden konnten. Es geht darum, die spezielle Situation in allgemeinere pädagogische und fachdidaktische Theorien einzuordnen. Das erwähnte Beispiel könnte man dem Konzept der *Lernbegleitung* zuordnen. Ähnlich wie Physiker die Möglichkeit haben, bestimmte Problemstellungen in größere Prinzipien einzuordnen, lassen sich auch fachdidaktische oder pädagogische Beispiele bestimmten Theorien zuordnen. Diese Fähigkeit des „Extrapolierens“ hilft der Lehrkraft beim Unterrichten, richtige Entscheidungen zu treffen (Sherin & van Es, E. A., 2008). Nach Shulman (1999) soll nicht jedes Ereignis isoliert betrachtet werden, sondern ein Beispiel einer zugrunde liegenden Theorie zum Lehren und Lernen sein. Die Anwendung des *Reasoning* stellt somit eine Verknüpfung sowie Aktivierung des zugrunde liegenden Wissens zur Begründung der Situation dar (Schäfer, 2014).

Das *Reasoning* lässt sich nochmals in die Dimensionen *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen* unterteilen (Seidel & Stürmer, 2014):

*Beschreiben* bedeutet, dass die Lehrperson die beobachteten Unterrichtssituationen bezüglich den zugrunde liegenden Unterrichtsmerkmalen unterscheiden kann, ohne sie schon zu bewerten (Seidel & Stürmer, 2014). Beispielsweise gibt eine Lehrkraft gerade einen Überblick über das Experiment, das von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden soll, was der *Zielorientierung* zugeordnet werden kann, oder die Lehrperson versucht nach der Experimentierphase das erlernte Wissen der Schülerinnen und Schüler durch Fragen zu kontrollieren, was der *Lernbegleitung* zugeordnet werden kann.

Die Komponente des *Erklärens* beschreibt die Fähigkeit, zugrunde liegendes Wissen auf die Situationen anwenden zu können, um diese zu begründen. Hier wird der Bezug der Praxis zur zugrunde liegenden Theorie zum Lehren und Lernen der Lehrkraft deutlich. Beispielsweise greift der Lehrer zu häufig beim Experimentieren der Schülerinnen und Schüler ein, sodass die Schüler nicht selbstständig über das richtige Vorgehen beim Experimentieren nachdenken und entscheiden können, was wiederum gegen die Förderung der Selbstständigkeit spricht.

Beim *Vorhersagen* benutzt die Lehrkraft ihr theoretisches Wissen, um Konsequenzen für den weiteren Lernprozess der Schülerinnen und Schüler ableiten zu können. Hierbei werden Prinzipien zum Lehren mit dem Lernprozess der Schülerinnen und Schüler verbunden, was einen hohen Grad an Wissenstransfer darstellt (Stürmer et al., 2012). Beispielsweise unterstützt eine klare Darstellung der Lernziele den

Verarbeitungsprozess der Schülerinnen und Schüler während der Unterrichtsstunde (Seidel, Rimmelme & Prenzel, 2005).

Die Verbindung des Unterrichts mit den Theorien zeigt sich verstärkt bei den Dimensionen des *Erklärens* und des *Vorhersagens*, sodass hier im Vergleich zum *Beschreiben* verstärkt vernetzte Wissensstrukturen vonnöten sind (Jahn, Stürmer, Seidel & Prenzel, 2014; Seidel & Stürmer, 2014). Die Lehrkraft muss sich bei der Anwendung der PU genauso wie bei Goodwins Professioneller Wahrnehmung auf theoretische Konzepte beziehen. Sie ist somit ein Indikator dafür, ob sich eine Lehrkraft begriffliches Wissen über das Lehren und Lernen angeeignet hat und jenes an Unterrichtssituationen anwenden kann (Kersting, Givvin, Sotelo & Stigler, 2009). Sie ist ein wissensbasierter Prozess, der allgemein-pädagogisches Wissen sowie domänen-spezifisches Wissen beinhaltet (Seidel, Blomberg & Stürmer, 2010a) und die Fähigkeit der Aktivierung dieses Wissens zeigt (Schäfer, 2014).

Wird ein relevantes Ereignis wahrgenommen, so wird das *Noticing* von der eigenen Beobachtungsstrategie beeinflusst. Sherin und Russ (2014) sprechen hierbei von der „bottom-up“-Strategie, wenn sich Bewertungskategorien aus speziellen Unterrichtssituation entwickeln. Umgekehrt kann sich die Lehrperson schon vor dem Unterricht überlegen, was sie während des Unterrichtens beobachten will („top-down“-Strategie). *Noticing* und *Knowledge based Reasoning* sind somit keine isolierten Prozesse (siehe Abbildung 8). Letztendlich beeinflusst das Beobachtete, wie begründet wird, und umgekehrt beeinflussen das Wissen und die Erwartungen der Lehrkraft die selektive Aufmerksamkeit beim Unterrichten (Sherin, 2007). Diese Zusammenhänge werden im Abschnitt 3.3 nochmals mit Hilfe der Schematheorie (Schwindt, 2008) aufgegriffen, um die Bedeutung der PU für das Unterrichten herauszustellen.

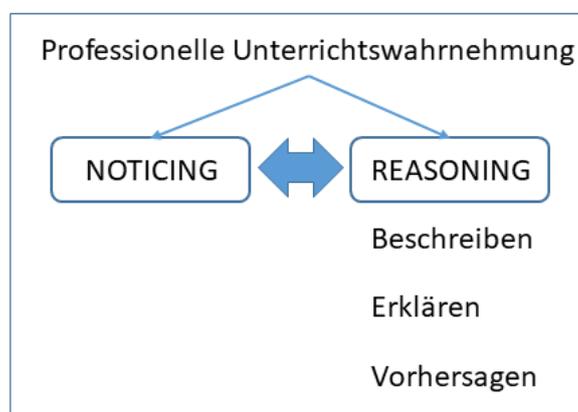


Abbildung 8: Die zwei Dimensionen der PU mit den drei Dimensionen des Reasoning (gemäß Seidel & Stürmer, 2014; S. 7).

Bei der Wahrnehmung relevanter Unterrichtssituationen soll neben dem theoretischen Wissen zusätzlich der Kontext der Stunde genutzt werden, um die Situation beurteilen zu können. "Teachers must identify what is important in a situation as well as the broader concepts that the situation represents. And they must use knowledge of their particular students, school, and subject matter to make sense of these situations." (Sherin & van Es, 2005; S. 478). Nach van Es und Sherin (2008) ist die Fähigkeit, Schlussfolgerungen treffen zu können, eng mit dem Wissen über das Fach, über die Schülerinnen und Schüler und ihr soziales Umfeld verbunden. Geht es beispielsweise um die Interpretation der Schülervorstellungen über den Begriff der Stromstärke in einer Physikstunde, so sollte eine Physiklehrkraft eher in der Lage sein, die beobachtete Situation bewerten zu können, als ein fachfremder Lehrer.

### **3.2 Einordnung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung in die Kompetenzforschung**

Im Folgenden wird die PU in zwei Kompetenzmodelle verortet. Das erste Modell (Abschnitt 3.2.1) bezieht sich stark auf das zugrunde liegende Wissen einer Lehrkraft und strukturiert dieses und das zweite Modell (Abschnitt 3.2.2) verbindet das Wissen durch die Wahrnehmung mit dem Handeln der Lehrperson.

#### **3.2.1 Das strukturelle Kompetenzmodell**

Das Kompetenzmodell von Baumert und Kunter (2011) ist ein generisches Strukturmodell für Lehrerkompetenzen. Es umfasst vier Aspekte professioneller Kompetenz: Motivationale Orientierung, Überzeugungen/Werthaltungen/Ziele, Selbstregulation und Professionswissen. Das Professionswissen lässt sich zusätzlich in die spezifischen Kompetenzbereiche Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisch-psychologisches Wissen, Organisationswissen und Beratungswissen unterteilen. Die Kompetenzfacetten beschreiben oder unterteilen die Kompetenzbereiche weiter. Baumert und Kunter bezogen sich bei der Beschreibung der Facetten auf den Mathematikunterricht. Abbildung 9 zeigt die Facetten in Bezug auf den Physikunterricht.

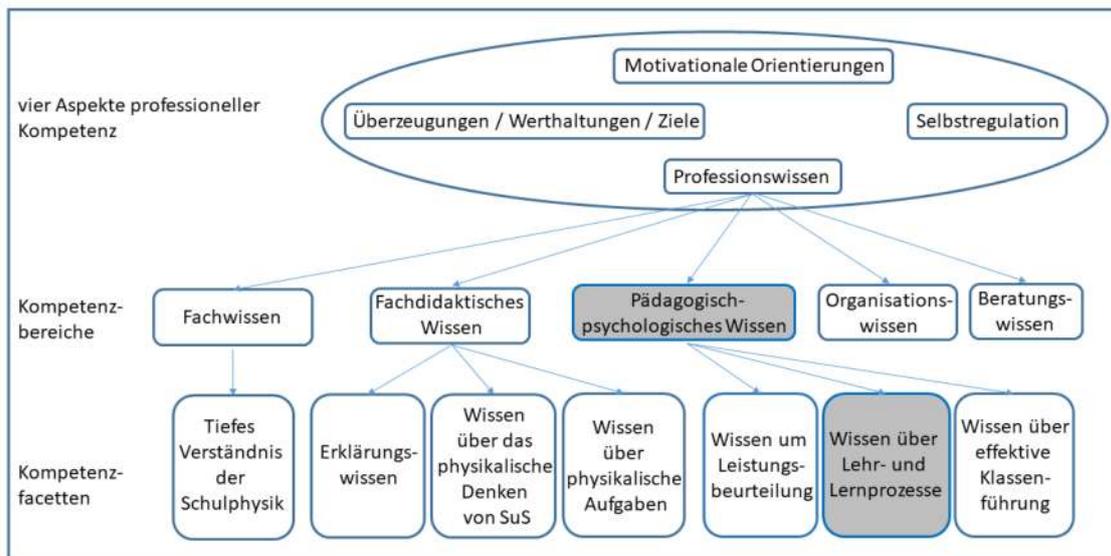


Abbildung 9: Modell für Lehrerkompetenzen adaptiert nach Baumert und Kunter (2011), bezogen auf den Physikunterricht.

Ergänzend zu obiger Unterteilung der Kompetenzen einer Lehrperson erwähnen die Autoren auch die Unterteilung des professionellen Wissens in theoretisch-formales Wissen und praktisches Wissen. Das theoretisch-formale Wissen entspricht dem fachlichen Wissen sowie Teilen des didaktischen Wissens und des psychologisch-pädagogischen Wissens. Das praktische Wissen, welches stark kontextspezifisch ist, umfasst unter anderem das Handeln, aber auch die Wahrnehmung von Handlungssituationen und Handlungsabläufen (Baumert & Kunter, 2011). Dieses Wissen ist stark von Routinen bzw. Skripts der Lehrperson abhängig (Baumert & Kunter, 2011). Auch Schwindt (2008) erwähnte jene Abhängigkeit und postulierte in ihrer Beschreibung des Zusammenhangs von professionellem Wissen und professionellem Handeln, dass die Wahrnehmung durch die Aktivierung von Skripts das professionelle Handeln beeinflusst. Außerdem beeinflusst das professionelle Wissen, welches in Schemata organisiert ist, die professionelle Wahrnehmung der Lehrperson. Nach Baumert und Kunter sollte sich das praktische Wissen, welches unter anderem die Wahrnehmung umfasst, im didaktischen aber auch im pädagogisch-psychologischen Wissen widerspiegeln. Somit ist die professionelle Wahrnehmung ein Indikator für die Anwendung des professionellen Wissens bzw. von Kompetenzen einer Lehrkraft in professionellen Situationen (Jahn, 2014; Seidel, 2014). Diese Anwendung bezieht sich auf das pädagogisch-psychologische Wissen (in Abbildung 9 grau unterlegt) (Stürmer et al., 2012). Positive Zusammenhänge der PU unter Berücksichtigung von Instruktionsstrategien mit dem didaktischen Wissen wurden bei Lehramtsstudierenden der Grundschule im naturwissenschaftlichen Bereich nachgewiesen (Meschede,

Fiebranz, Möller & Steffensky, 2017). Zusammenhänge mit dem Fachwissen der Lehrkraft wurden jedoch noch nicht überprüft.

### 3.2.2 Das horizontale Kompetenzmodell

Die Kompetenzen einer Lehrperson wurden resultierend aus der COACTIV Studie (Kunter, 2011) als multidimensionales Konstrukt betrachtet und in mehrere Aspekte professioneller Kompetenz, in Kompetenzbereiche und weiter in Kompetenzfacetten unterteilt (siehe Abbildung 9). Die einzelnen Bereiche können individuell untersucht werden und die Kompetenz einer Lehrkraft als Summe der einzelnen (gewichteten) Bereiche aufgefasst werden (Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015). Andere Ansätze definieren Kompetenz ausgehend von der Analyse authentischer Unterrichtssituationen, wobei kognitives Wissen oder affektiv motivationale Merkmale aus diesen abgeleitet werden (Blömeke et al., 2015). Die Dispositionen sind dabei abhängig von der Handlung und können sich dementsprechend ändern.

Blömeke und ihre Kollegen (2015) betrachten Kompetenz nicht als eine Zusammenstellung von Kognition einerseits und der Praxis, also die Motivation, Konation und affektives Handeln der Lehrkraft andererseits, sondern verbinden die Dispositionen, die Wissen und affektiv motivationale Merkmale beinhaltet mit der professionellen Handlung einer Lehrperson durch situationsspezifische Fähigkeiten wie Interpretation der Situation, Wahrnehmung und Entscheidungsfindung (siehe Abbildung 10). Wissen und Handlung sollte nach ihrer Auffassung nicht getrennt betrachtet werden. Kompetenz sollte als Prozess, als *Kontinuum* angesehen werden, das mehrere Schritte ausgehend von den Dispositionen hin zur professionellen Handlung beinhaltet. Somit kann die professionelle Wahrnehmung als situationsspezifische Fähigkeit aufgefasst werden, welche als Bindeglied zwischen den Dispositionen und der Handlung fungiert. Hierbei sieht man erneut den wichtigen Stellenwert der PU: Sie dient als Vermittler zwischen den Voraussetzungen sowie den persönlichen Gegebenheiten der Lehrperson und der Praxis im Klassenzimmer (siehe Abbildung 10).

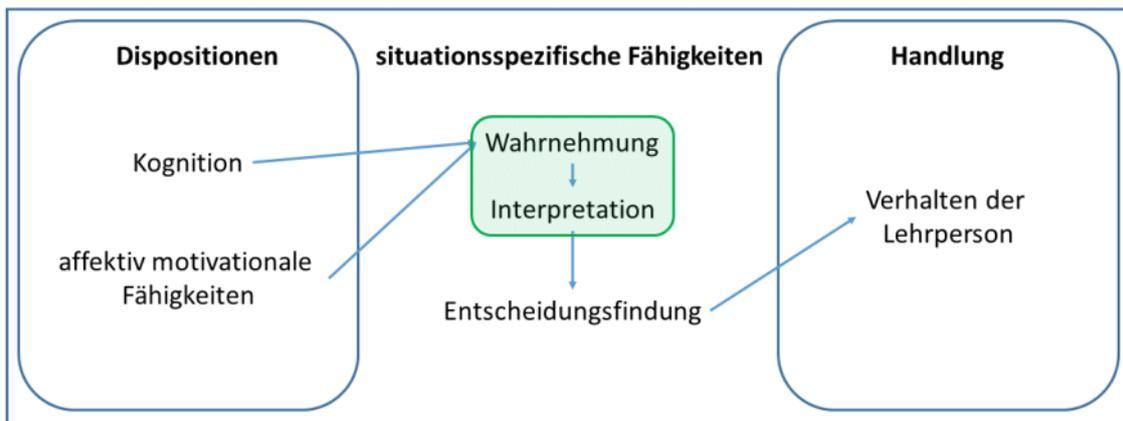


Abbildung 10: Wahrnehmung und Interpretation als Bindeglied zwischen den Dispositionen und der Handlung (vgl. Blömeke et al., 2015).

### 3.3 Die Professionelle Unterrichtswahrnehmung zwischen Wissen und Handeln

In der didaktischen, sowie pädagogischen Forschung konnte eine direkte Wirkung des professionellen Wissens auf das Handeln einer Lehrperson häufig nicht nachgewiesen werden (Fischler, 2008). Die Wirkungen der Dispositionen auf das Handeln scheinen von weiteren Faktoren beeinflusst zu werden, die zwischen ihnen liegen. Seidel et al. (2012) konnten zeigen, dass der Erwerb an deklarativem Wissen, Wahrnehmungsprozesse unterstützt. Im Rahmen der Schematheorie steuern kognitive Schemata Wahrnehmungsprozesse (Kopp & Mandl, 2005). Schemata sind kognitive Strukturen, also verknüpftes Wissen über beispielsweise Lernprozesse, Verhaltensweisen von Schülerinnen und Schülern, Wissen über bestimmte Sozialformen, wie Schülerexperimente in Gruppenarbeit oder Frontalunterricht, sowie Einstellungen und Überzeugungen, die aus Erfahrung entstehen und sich auf Lehr-Lern-Theorien beziehen. Deshalb reagieren routinierte Lehrer souveräner auf bestimmte Unterrichtssituationen als unerfahrene Lehrer, da sie sich Routinen angeeignet haben (Seidel, Stürmer, Schäfer & Jahn, 2015), die sie in bestimmten Unterrichtssituationen anwenden können. Sabers (1991) konnte zeigen, dass Lehrkräfte, die durch ihre Unterrichtserfahrung Schemata entwickelt haben, auch eine gut ausgeprägte professionelle Unterrichtswahrnehmung haben. Je nach Ausprägung der einzelnen Schemata, können sie als Filtermechanismen bei der Wahrnehmung (speziell beim *Noticing*) dienen. Die Schemen wirken somit als Auslöser des *selective attention* (Sherin & Russ, 2014).

Die kognitiven Schemata sind nicht stabil, sondern können sich durch getätigte Wahrnehmungsprozesse verändern. Schemata und Wahrnehmung beeinflussen sich somit gegenseitig (Schwindt, 2008). Werden die Schemata durch die Wahrnehmung beeinflusst, so spricht man vom *bottom-up*-Prozess. Wird die Wahrnehmung von den vorhandenen Schemata beeinflusst so spricht man vom *top-down*-Prozess (Kopp & Mandl, 2005). Vergleichbar schilderte Sherin (2007) die Wechselwirkung zwischen dem *Noticing*, also dem Wahrnehmen von relevanten Unterrichtssituationen, und dem *Reasoning*, dem Anwenden von Wissen, welches nach der Schematheorie in Schemata gespeichert ist.

Bei angehenden Lehrkräften wird angenommen, dass sich Schemata, die noch nicht sehr ausgeprägt sind, leichter von Wahrnehmungsprozessen beeinflussen lassen, als bei erfahrenen Lehrkräften, die gefestigte Schemata besitzen. Angehende Lehrkräfte befinden sich - bedingt durch weniger Erfahrung - häufiger in Stresssituationen, in denen schnell auf vorhandene Schemata zurückgegriffen werden, die dann die Wahrnehmung steuern (Schwindt, 2008).

Letztendlich kann man Schemata als Filtermechanismen betrachten, die aus der Fülle an Informationen während des Unterrichts oder während einer Beobachtung die Aspekte herausfiltern, die für die Person wichtig sind. Das birgt die Gefahr, dass nur schematakonforme Informationen aufgenommen werden und kein Platz für neue Informationen besteht. Erfahrene Lehrkräfte können neben ihren gefestigten Schemata neue Informationen zulassen und nutzen dabei die „bottom-up“ – Strategie.

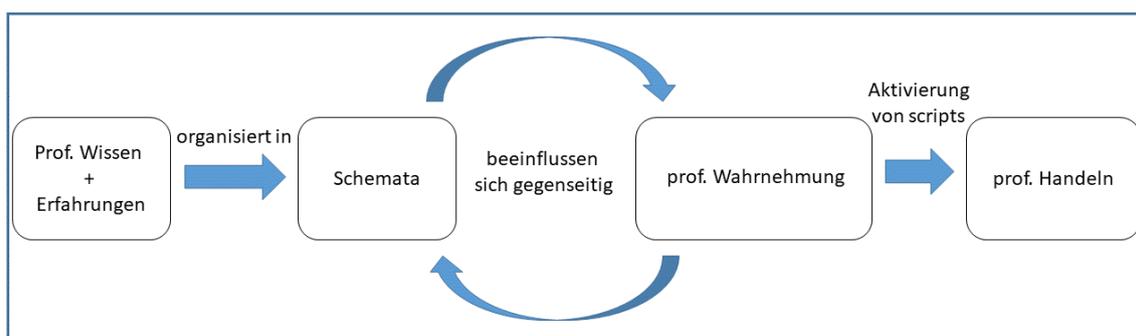


Abbildung 11: Wirkmechanismen zwischen Wissen und Handeln.

Es wird angenommen, dass das Wahrgenommene das Handeln beeinflusst, da durch die Wahrnehmung Handlungsrountinen, sogenannte Handlungsskripts aktiviert werden können (Borko et al., 2008; Sherin & van Es, 2009). Handlungsskripts sind mentale Repräsentationen von Handlungsabfolgen, die bei bestimmten Wahrnehmungen

angewendet werden können und bestimmte Ziele beinhalten. Die PU beeinflusst somit das adaptive Handeln einer Lehrkraft (Jahn et al., 2014).

Es lässt sich erkennen, dass die PU ein wichtiges Bindeglied zwischen professionellem Wissen und professionellem Handeln darstellt (Schwindt, 2008) (siehe Abbildung 11). Eine Lehrkraft entwickelt Wissen über das Handeln im Unterricht, wenn sie konzeptuelles Wissen mit der Praxis verbindet (Berliner, 1989). Die PU hilft dabei, diese Verbindung herzustellen. Sie gilt als zentrale Fähigkeit einer Lehrkraft, professionell im Unterricht handeln zu können (Seidel & Stürmer, 2014) und wird als Voraussetzung zum professionellen Handeln gesehen (Seidel et al., 2010a), die „erst in der Praxis gänzlich erlernt, eingeübt und zur Routine werden kann...“ (Gold, Förster & Holodynski, 2013; S. 3).

Somit könnten Praxisphasen in der Lehramtsausbildung, wie im Würzburger Lehr-Lern-Labor Seminar umgesetzt, dazu beitragen, die PU frühzeitig zu schulen. Andererseits sollen Studierende (erstmalig) im Lehr-Lern-Labor Seminar ihr zugrunde liegendes theoretisches Wissen in konkreten Handlungssituationen anwenden. Die PU kann dabei helfen, diese Verbindung herzustellen und gibt Rückmeldung über die Anwendung von Wissen in der Praxis (Kersting et al., 2009). Somit kann das Seminar einerseits als Grundlage zur Förderung der PU dienen und andererseits kann die PU zur Umsetzung der Grundidee des Seminars helfen. Beide Aspekte legitimieren nochmals die Integration des Konzepts der PU in das Lehr-Lern-Labor Seminar.

### **3.4 Theoretische Grundlagen zur Beschreibung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung**

Die eben beschriebene Professionelle Unterrichtswahrnehmung bezieht sich auf theoretische Grundlagen, welche als Orientierung zur Begründung der beobachteten Unterrichtssituation dienen. Die im Lehr-Lern-Labor Seminar betrachtete theoretische Grundlage sind die Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernatmosphäre* und *Lernbegleitung*, die in Abschnitt 3.4.2 beschrieben werden. Die Beachtung der drei Merkmale beim Unterrichten wirkt sich positiv auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler aus (Seidel, et al., 2005). Die der Motivation zugrunde liegende Theorie wird zuvor in Abschnitt 3.4.1 beschrieben.

### 3.4.1 Die Selbstbestimmungstheorie

Aus motivationspsychologischer Sicht gibt es verschiedene Gründe, warum sich Schülerinnen und Schüler mit bestimmten Themen oder Aktivitäten in der Schule auseinandersetzen wollen und mit anderen nicht. Ausschlaggebend könnte die eigene Freude mit der Beschäftigung des Lerninhaltes sein, eine Herausforderung, die die Schülerin oder der Schüler bestehen will oder doch eher der Wille, eine gute Note zu bekommen. Auch das Bestreben, in der Klasse sozial integriert zu sein, kann die Schülerin oder den Schüler motivieren. Ryan und Deci (2000) unterscheiden in ihrem Artikel grundlegend zwei Arten der Motivation: intrinsische und extrinsische Motivation.

Sind Schülerinnen oder Schüler beim Lernen intrinsisch motiviert, so beschäftigen sie sich aus eigenem Interesse selbstbestimmt mit dem Lerninhalt. „Intrinsic motivation is defined as the doing of an activity for its inherent satisfactions rather than for some separable consequence“ (Ryan & Deci, 2000; S. 3). Relevant für diese Art der Motivation sind somit eigene Bedürfnisse, die jemanden dazu bewegen, sich mit aus eigener Sicht interessanten Aktivitäten zu beschäftigen. Beispielsweise kann die Beschäftigung der Schülerinnen und Schüler mit mikroelektronischen Schaltkreisen in der Schule aus eigenem Interesse geschehen, da er oder sie sich eventuell schon zuhause damit beschäftigt hat.

Andererseits kann man nicht davon ausgehen, dass sich die Schülerinnen und Schüler aus eigenem Interesse mit Schaltkreisen beschäftigen wollen. Trotzdem werden es die meisten Schülerinnen und Schüler in der Klasse machen. Der Grund liegt in der Institution Schule, die Regeln und Bewertungsverfahren formuliert, die für jede Schülerin und jeden Schüler gelten. Sie müssen sich daran orientieren und werden dadurch extrinsisch motiviert, sich mit den Lerninhalten zu beschäftigen.

Ryan und Deci (2000) beschreiben mit Hilfe der Selbstbestimmungstheorie (*Self-Determination Theory* (SDT)), wie sich die Motivation der Schülerinnen und Schüler von extrinsischer zu intrinsischer Motivation entwickeln kann. Sie ist eine Theorie der Motivation, die grundlegend das Bedürfnis des Menschen postuliert, Ziele oder Normen aus der Umwelt zu übernehmen um daraus eigene Ziele zu konstruieren, damit man das eigene Handeln als selbstbestimmt erfahren kann (Deci & Ryan, 1993). Dies geschieht in zwei Schritten: Zunächst werden die externalen Werte in internale Regulationsprozesse internalisiert und anschließend dem individuellen Selbst integriert, sodass letztlich das eigene, zunächst fremdbestimmte Handeln als selbstbestimmt wahrgenommen wird. Deci und Ryan (1993) beschreiben vier Typen der extrinsischen Verhaltensregulation, die man aufsteigend bezüglich des Internalisierungsprozesses anordnen kann (siehe Abbildung 12): Eine external regulierte

Verhaltensweise liegt dann vor, wenn die Schülerinnen und Schüler auf jene keinen Einfluss haben. Bezogen auf das obige Beispiel würde sich der Schüler oder die Schülerin mit Schaltkreisen befassen, da das erlernte Wissen in der nächsten Stunde überprüft wird. Die nächste Stufe ist die introjizierte Regulation, die die Schülerinnen und Schüler zu einem Verhalten bewegt, das aus ihrer Sicht angebracht ist. Dieses Verhalten wird internal gesteuert, aber nicht aus eigenem Interesse ausgeführt. Beispielsweise erledigen Schülerinnen und Schüler Hausaufgaben, da es aus ihrer Sicht üblich ist und sie sonst ein schlechtes Gewissen haben. Wird die Stufe der identifizierten Regulation erreicht, so erachten die Schülerinnen und Schüler das Thema von sich aus als wichtig. Beispielsweise bereiten sich Schülerinnen und Schüler auf eine Klausur vor, da sie im Zeugnis eine gute Note haben wollen. Die letzte Stufe der extrinsischen Motivation stellt die integrierte Regulation dar. Hierbei identifiziert sich der Schüler oder die Schülerin mit dem zu behandelten Thema und integriert es in sein eigenes Selbstkonzept, wobei das Verhalten immer noch instrumentell aber freiwillig und verglichen mit der intrinsischen Motivation nicht autotelisch ist.

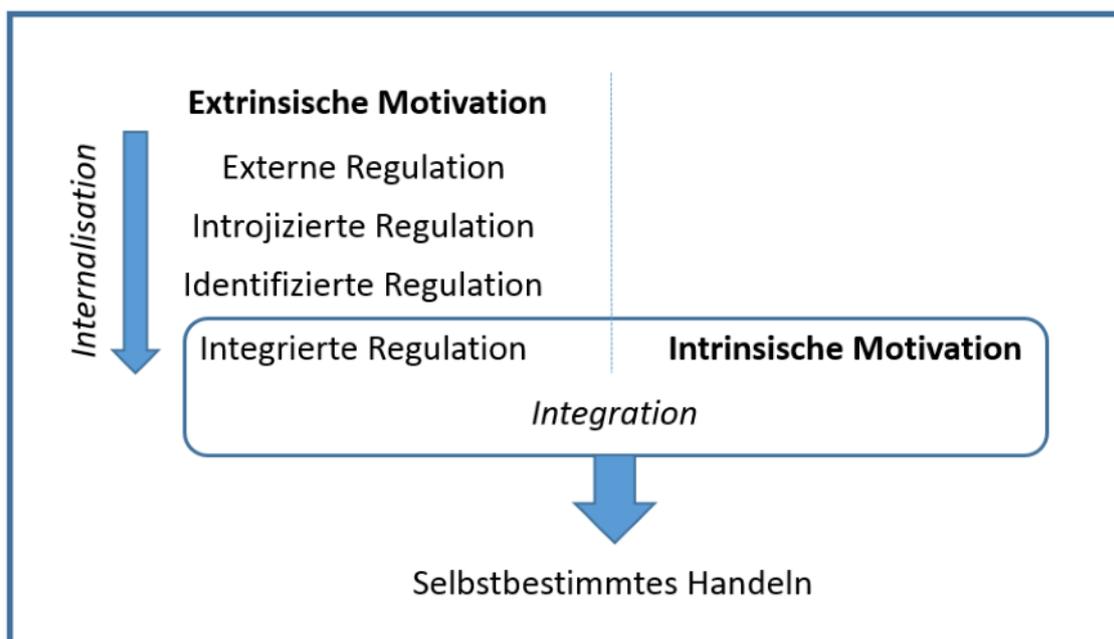


Abbildung 12: Zwei Arten der Motivation mit dem Internalisations – und Integrationsprozess, die in der letzten Stufe zum selbstbestimmten Handeln führen (vgl. Ryan & Deci, 2000).

Nach der SDT handeln Schülerinnen und Schüler dann selbstbestimmt, wenn sie intrinsisch motiviert sind oder die Stufe der integrierten Regulierung der extrinsischen

Motivation erreichen (Deci & Ryan, 1993). Die Theorie postuliert drei einer jeden Person angeborene psychologische Bedürfnisse, die grundlegend für den Intensionalisierungsprozess der extrinsischen Motivation sind und auch die intrinsische Motivation beeinflussen (Deci & Ryan, 1993). Diese sind *Kompetenzempfinden*, *Autonomie* und *soziale Eingebundenheit*, die im Folgenden kurz beschrieben werden. *Kompetenzempfinden*: Schülerinnen und Schüler fühlen sich kompetent, wenn sie in ihrem Lernprozess Bestätigungen dafür bekommen, die Lernziele erreicht zu haben. Die Schülerinnen und Schüler wollen eigene Lernerfolge feststellen und werden durch daraus resultierenden positiven Gefühlen bestärkt. Diese stellen sich nur ein, wenn die Aufgabe ein richtiges Maß an Schwierigkeit aufweist. Zu einfache, aber auch zu schwierige Aufgaben, die nicht gelöst werden, lassen kein Kompetenzgefühl aufkommen. *Autonomieempfinden* beschreibt das Bedürfnis nach eigenen Entscheidungsmöglichkeiten und einem gewissen Handlungsspielraum beim Lernen. Diese können z.B. durch Schülerexperimente realisiert werden, die bezüglich der Durchführung keine genauen Vorgaben aufweisen. *Soziale Eingebundenheit* beschreibt das Bedürfnis der Schülerinnen und Schüler in der Klasse sozial integriert zu lernen. Sie fühlen sich dann intrinsisch motiviert, wenn sie sich in ihrer Klasse oder in der Lerngemeinschaft zugehörig fühlen und wenn die Lehrkraft Interesse am Lernen der Schülerinnen und Schüler zeigt. Werden die Bedürfnisse erfüllt bzw. werden die Ziele zu eigenen Zielen, dann findet motiviertes Lernen statt. Beeinflusst werden sie durch den sehr komplexen Alltag im Klassenzimmer, also durch das Lehrer- und Schülerhandeln. Bedingt durch die Position der Lehrkraft in der Klassengemeinschaft, hat sie einen großen Einfluss auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler und somit auf ihre Motivation. Sie kann unter anderem durch die Art der Vermittlung der Lernziele und durch die Orientierung der Schülerinnen und Schüler beim Erarbeiten der Ziele, durch die Begleitung der Schülerinnen und Schüler beim Lernen und durch die *Lernatmosphäre* im Klassenzimmer die Motivation beeinflussen. Die genannten Merkmale werden in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt und werden nun umschrieben.

### 3.4.2 Die Unterrichtsmerkmale

Die PU ist ein Indikator dafür, wie Wissen bei der Beobachtung von Unterrichtssituationen angewendet wird (Stürmer, Seidel & Holzberger, 2016). Das berücksichtigte Wissen in dieser Studie bezieht sich auf die drei Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre*, die im Klassenzimmer als auch in der speziellen Lernumgebung des Lehr-Lern-Labors zu sehen sind. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Berücksichtigung der drei Unterrichtsmerkmale positiv auf das Kompetenzempfinden, die soziale Eingebundenheit und das Autonomieempfinden der

Schülerinnen und Schüler auswirkt (Buff, Reusser, Rakoczy, & Pauli, 2011; Seidel et al., 2005) und stellen somit wichtige Merkmale guten Unterrichts dar. Die Merkmale und ihre Wirkungen auf die drei Bedürfnisse der SDT werden im Folgenden beschrieben. Bei der Beschreibung der Unterrichtsmerkmale wird auf Brunnhuber (1988), Helmke (2009), Meyer (2005) sowie Seidel und Shavelson (2007) Bezug genommen.

### Zielorientierung

*Zielorientierung* beinhaltet die klare Kommunikation der Lernziele (Helmke, 2009). Die Art der Kommunikation kann vielfältig sein. Das Lernziel kann einfach nur erwähnt werden, als problemorientierte Frage geäußert oder mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden. Um die Aktivierung von Vorwissen zu unterstützen, ist eine Einordnung der Lernziele in einen erweiterten Kontext hilfreich. Dann können die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Unterrichtsstunde ihr zuvor erarbeitetes Wissen mit den neuen Lernzielen verknüpfen. Nach Brunnhuber (1988) sollten die Schüler das angestrebte Lernziel so deutlich wie möglich vorgestellt werden, da die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein müssen, ihren Lernerfolg selbstständig überprüfen zu können. Dies ist nur dann möglich, wenn sie ihr Wissen mit den Zielen vergleichen können. Die Kommunikation der Lernziele stellt auch eine kognitive Entlastung der Schülerinnen und Schüler dar, indem die Aufmerksamkeit auf das entsprechende Ziel fokussiert wird (Sweller, 1988). Können die Schülerinnen und Schüler die Lernziele mit den eigenen Zielen verbinden, so ist das Lernen bedeutungsvoller und intentional (Bolhuis, 2003). Dadurch kann die intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflusst werden. Die Schülerinnen und Schüler sehen dann die Relevanz der Lerninhalte und können sich für die Erarbeitung der Lernziele motivieren. Gleichzeitig erfolgt aber auch eine kognitive Aktivierung, indem sie ihr Vorwissen aufgreifen und überprüfen, ob sie es mit den Lernzielen verbinden können (Helmke, 2009). Besteht zu den Zielen ein gewisses Vorwissen, so kann es bei der Erarbeitung der Lernziele helfen und gleichzeitig das neu erlernte mit dem vorhandenen Wissen verknüpft werden. Während der Erarbeitung und speziell am Ende der Lerneinheit werden die Lernziele aufgegriffen und die Schülerinnen und Schüler können selbstständig überprüfen, ob sie sie erreicht haben.

Neben der Zielnennung ist auch eine Orientierung beim Wissenserwerb nötig. Speziell bei Schülerexperimenten ist häufig eine Anleitung hilfreich, um die Schülerinnen und Schüler beim Wissensaufbau zu unterstützen (Meyer, 2005). Legt die Lehrkraft ihren Fokus beim Schülerexperiment auf das Messen oder die Interpretation der Ergebnisse, dann ist im Sinne der Cognitive-Load-Theory (Sweller, 1988) eine schrittweise

Begleitung der Schülerin oder des Schülers durch eine Anleitung hilfreich, da sie durch die grundlegende Orientierung eine kognitive Entlastung erfahren. Die Vorgabe des Ablaufes gibt den Schülerinnen und Schülern eine Struktur, aktiviert sie zum Lernen und gibt ihnen Sicherheit beim Erarbeiten der Lerninhalte. Während des Lernprozesses soll die Lehrkraft mehrmals auf die zu Beginn der Stunde festgelegten Ziele verweisen, um den Lernprozess zu unterstützen.

Vor der Erarbeitung der Lernziele ist eine Prüfung der Voraussetzungen wichtig (Helmke, 2009). Nur wenn sich die Lernziele am Vorwissen der Schülerinnen und Schüler orientieren, ist eine Verknüpfung des neu zu lernenden Wissens mit dem schon erlernten Wissen möglich (Helmke, 2009). Gewisse Voraussetzungen stellen dabei unter anderem experimentelle Fertigkeiten dar. Beispielsweise sollten Schülerinnen und Schüler nur dann schon komplexere Schaltkreise durchmessen, wenn sie sich mit den entsprechenden Messgeräten auskennen.

Wenn Schülerinnen und Schüler durch anwendungsbezogene Aufgabenstellungen motiviert werden sollen und eine kognitive Überladung vermieden werden soll, dann ist die Vorgabe der Ziele, des Ablaufes und der nötigen Hilfsmittel grundlegend. Dann werden Lehrziele zu Lernzielen (Brunnhuber, 1988).

### Die Lernatmosphäre

Lernen findet in der Schule in einer Gemeinschaft statt. In dieser ist ein vertrauensvolles Klima zwischen den Schülerinnen und Schülern und zwischen der Lehrkraft und den Schülerinnen und Schülern Grundvoraussetzung für Lernbereitschaft und Lernvermögen (Helmke, 2009). Eine positive *Lernatmosphäre* zeichnet sich dadurch aus, dass die Schülerinnen und Schüler von der Lehrkraft wertgeschätzt und ernstgenommen werden. Die Lehrkraft respektiert sie und geht auf Anregungen und Vorschläge ein. Dabei zeigt sie Freundlichkeit, Fürsorge und emotionale Reife und verhält sich gerecht (Brophy, 2000).

Ein zentraler Aspekt der *Lernatmosphäre* ist der Umgang der Lehrkraft mit Fehlern der Schülerinnen und Schüler. Begehen sie Fehler, so zeigt sich, ob die Lehrkraft für eine gute *Lernatmosphäre* im Klassenzimmer gesorgt hat. Fehler sollten als Chance für neue Lernprozesse gesehen werden und nicht als fehlendes deklaratives oder prozedurales Wissen der Schülerinnen und Schüler. Wenn Fehler aufgegriffen werden, dann sollte klargestellt werden, was falsch war und wie die Fehler überwunden werden können. Fehler zeigen, welche Wissenslücken bei den Schülerinnen und Schülern vorhanden sind und an welches Vorwissen angeknüpft werden kann. Die Überwindung der Fehler sollte dann als subjektiver Fortschritt und letztlich als Teil des Lernprozesses angesehen

werden (Helmke, 2009). Werden Fehler von den Schülerinnen und Schülern selbstständig bewältigt, so fühlen sie sich kompetent und werden intrinsisch motiviert (Seidel & Prenzel, 2003).

Hinzu kommt, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen sollen, dass sie ohne Angst etwas Falsches zu machen oder zu sagen lernen können. Ansonsten werden sie sich nur dann am Unterricht beteiligen, wenn sie sich sicher sind, dass ihr Beitrag richtig ist. Die Lehrkraft sollte die Möglichkeit nutzen, begangene Fehler in den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler zu integrieren. Durch Wertschätzung und Freundlichkeit, eine transparente Leistungsbewertung und kooperatives Handeln kann Leistungsangst vermieden werden. Der gerechte Umgang der Lehrkraft mit den Schülerinnen und Schülern unterstützt die Freude am Lernen und beeinflusst positiv ihr akademisches Selbstkonzept (Hascher, 2003).

Eine positive *Lernatmosphäre* im Klassenzimmer wird dann erzeugt, wenn Lehrkräfte aktiv eine schülerorientierte Lernumgebung aufbauen. Daraus resultierend wird die soziale Integration der Schülerinnen und Schüler unterstützt, was nach der SDT einen wesentlichen Aspekt der Motivation darstellt (Ryan & Deci, 2000). Unterstützende Lernumgebungen sind beispielsweise Lernzirkel, Stationenlernen oder auch außerschulische Lernumgebungen, wo sie selbstständig arbeiten können und die Möglichkeit haben, ihre Fehler selbstständig zu lösen oder bei Problemen gezielt die Lehrkraft fragen können.

### Die Lernbegleitung

Das Unterrichtsmerkmal *Lernbegleitung* beschreibt die Lehrer-Schüler-Interaktionen, als auch die Unterstützung der Schüler-Schüler-Interaktionen während des Lernprozesses. Jene beinhaltet unter anderem die Art der Fragestellungen. Die Lehrkraft kann offene Fragen stellen oder an bestimmten Stellen gezielt nachfragen. Die Lehrkraft muss auch das kognitive Niveau der Fragen an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler anpassen. Arbeiten die Schülerinnen und Schüler eigenständig, so nimmt die Lehrkraft eine passive Rolle im Lernprozess ein und beantwortet bei Bedarf Fragen und gibt Tipps.

Zur Kontrolle des Lernprozesses muss die Lehrkraft gezielt Feedback geben. Dies kann verbal oder durch Signale nonverbal geschehen. Feedback ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die Lernziele transparent und herausfordernd sind (Helmke, 2009). Im Gegensatz zum Lob, ist Feedback stets aufgaben- oder sachbezogen. Rückmeldungen von der Lehrkraft motivieren Schülerinnen und Schüler, sich weiter aktiv am Unterricht zu beteiligen (Ryan & Deci, 2000).

Grundlegend ist auch die Art der Aktivierung der Schülerinnen und Schüler zum Lernen. Inwieweit gibt die Lehrkraft ihnen die Möglichkeit, sich aktiv am Unterricht zu beteiligen? Sie können sich die Inhalte beispielsweise durch Schülerexperimente selbst erarbeiten oder werden von der Lehrkraft in einem Lehrer-Schüler Gespräch stärker gelenkt. Arbeiten die Schülerinnen und Schüler eigenständig, so sind metakognitive Prozesse wie Planung, Überwachung und Regulation des Lernens der Schülerinnen und Schüler wichtig. Zur Aktivierung zählt auch eine geeignete Passung. Die Lernstrategie und das kognitive Niveau der Aufgabe sollten an das Leistungsvermögen und an das Sozialverhalten der Schülerinnen und Schüler angepasst werden, was letztlich zu einer Verstärkung ihrer Motivation führen kann. Umsetzen lässt sich dies durch eine Individualisierung des Unterrichts, bei der auf unterschiedliche Lerntempi und kognitive Fähigkeiten geachtet wird.

Studien zeigen, dass die *Lernbegleitung* positiv mit den drei Bedingungen der SDT korreliert (Kiemer, Gröschner, Pehmer & Seidel, 2015; Seidel, Rimmel & Prenzel, 2003). Es zeigte sich, dass eine gute *Lernbegleitung* das Interesse und die intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflusst sowie einen positiven Effekt auf die motivational-affektiven Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler ausübt (Seidel & Shavelson, 2007).

### **3.5 Aktueller Forschungsstand zur Professionellen Unterrichtswahrnehmung**

#### Studien zu Lehrkräften

Da das Erkennen und Bewerten von Unterrichtssituationen theoriebezogen ist, ist die PU eine Fähigkeit, die eher erfahrene Lehrer besitzen (Meschede et al., 2017; Seidel & Prenzel, 2008). Studien zeigen, dass sie über ein größeres Spektrum an Handlungsmöglichkeiten (an Handlungsskripts) verfügen und somit auch besser Unterrichtsszenen beurteilen können (Berliner et al., 1989; Berliner, 2001).

Sherin und van Es beschäftigten sich mit der Entwicklung der Unterrichtswahrnehmung von Lehrkräften in Videoclubs. Sie konnten zeigen, dass Videoclubs das Erkennen und Interpretieren von Unterrichtsszenen fördern (Sherin & van Es, 2009; van Es & Sherin, 2008; Sherin, 2007). In ihrem Videoclub treffen sich regelmäßig Lehrkräfte, die kurze Videoclips von ihrem eigenen Unterricht mitbringen und diese zusammen mit anderen Lehrkräften anschauen und beurteilen. Es stellte sich heraus, dass sich der Fokus beim Analysieren der Videos vom Verhalten der Lehrkraft auf das der Schülerinnen und Schüler im Laufe der Treffen wechselt (Sherin & van Es, 2009). Nach einigen Analysesitzungen war nicht das Handeln der Lehrkraft im Mittelpunkt, sondern das

Lernen der Schülerinnen und Schüler. Diese Änderung des „selective attention“ hatte auch Auswirkungen auf das *Reasoning* der Lehrkräfte. Die Lehrkräfte übernahmen außerdem einen „interpretive stance“, was bedeutet, dass sie vom Beschreiben des Beobachteten zum Interpretieren übergangen (Sherin & van Es, 2009). Es stellte sich zusätzlich heraus, dass das Bewerten von Unterrichtsvideos das Handeln der Lehrkraft im Unterricht beeinflusst und umgekehrt auch das Unterrichten die Wahrnehmung (Sherin & van Es, 2009).

### Studien zu Lehramtsstudierenden

Studierende betrachten Situationen meist nicht verknüpft sondern isoliert zueinander, haben Schwierigkeiten sich auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler zu konzentrieren und beachten eher das Handeln der Lehrkraft (Kersting, 2008; Sherin & van Es, 2009; Star & Strickland, 2008). Die Bewertungen der Studierenden beruhen dabei meist auf subjektive Theorien zum Lehren und Lernen (Schäfer & Seidel, 2015; Schwindt, 2008). Viele Studierende haben noch keine vernetzten und integrierten Wissensstrukturen der zugrunde liegenden Theorien, sodass die Anwendung des Wissens den Studierenden beim *Erklären* und *Vorhersagen* schwerfällt (van Es & Sherin, 2008). Es gelingt den Studierenden eher selten, eine beobachtete Situation mit ihrem theoretischen Wissen über effektives Lehren und Lernen zu verknüpfen (Schäfer & Seidel, 2015). Speziell bei der Bewertung videografiertes Unterrichtssequenzen fällt es den Studierenden schwer, dieses Wissen anzuwenden (Star & Strickland, 2008). Angehende als auch erfahrene Lehrkräfte haben bestimmte Überzeugungen, die das Unterrichten als auch das Beobachten und Bewerten des Unterrichts beeinflussen, sodass gewisse Aspekte intensiver bewertet werden und andere teilweise ignoriert werden (Star & Strickland, 2008). Hinzu kommt, dass Studierende zwar schon unzählige Physikstunden beobachtet haben, jedoch fast nur aus der Sichtweise einer Schülerin oder eines Schülers und nicht aus der Sicht einer Lehrkraft. Studierende konzentrieren sich bei ihren Beobachtungen verstärkt auf Lerninhalte und nicht auf bestimmte Lehr- und Lernprozesse, da ihnen diesbezüglich die Erfahrung fehlt (Star & Strickland, 2008).

Studien zeigen jedoch auch, dass im Rahmen der universitären Lehramtsausbildung, die PU von Studierenden gefördert werden kann (Gold et al., 2013; Krammer et al., 2016; Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2012; Stürmer et al., 2013; Sunder, Todorova & Möller, 2016). Speziell Kurse, in denen videografierte Unterrichtssequenzen fragenbegleitend analysiert werden, zeigten eine Zunahme in der Fähigkeit der PU (Gold et al., 2013; Santagata & Guarino, 2011; Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2013; Sunder et al., 2016). Die Studie von Stürmer et al. zeigte,

dass Lehramtsstudierende in einem Kurs, in dem sie Videoclips bezüglich den Unterrichtsmerkmalen *Lernbegleitung*, *Lernatmosphäre* und *Zielorientierung* bewertet haben, sich im *Reasoning* verbessern konnten (Stürmer et al., 2012). Star und Strickland stellten fest, dass sich die PU von Mathematik-Lehramtsstudierenden, die in einem Kurs Videoclips fragenbegleitend bewerteten, bezüglich bestimmter Beobachtungskategorien verbesserten (Star & Strickland, 2008). Im Vergleich zu den beiden oben beschriebenen Studien konnte Gold ihre Treatmentgruppe mit einer Kontrollgruppe vergleichen. Sie zeigte, dass ein videobasiertes Seminar zur Förderung der PU bezüglich den Klassenführungsfacetten „Strukturierung des Unterrichtsverlaufs“ und „Gruppenfokus“ die PU von Lehramtsstudierenden des Grundschulunterrichts signifikant fördert (Gold et al., 2013). Im Grundschulbereich konnte Sunder in ihrer Interventionsstudie zeigen, dass sich die PU von Lehramtsstudierenden des Sachunterrichts im Vergleich zu einer Kontrollgruppe bezüglich des Themas „Schwimmen und Sinken“ verbessert. Sie vermutete, dass die PU sowohl fach – als auch themenspezifisch sein müsste und Fachwissen sowie fachdidaktisches Wissen vonnöten ist (Sunder, Todorova & Möller, 2015). In einer weiteren Studie verglich sie eine Interventionsgruppe, die Videos und Transkripte zur Analyse von Unterricht verwendete, mit einer Gruppe, die nur textbasiert analysierte. Im instruierten Thema „Schwimmen und Sinken“ verbesserte sich die Videogruppe signifikant in der Unterrichtswahrnehmung im Bereich der Lernunterstützung im Vergleich zur Textgruppe (Sunder et al., 2016). In der Interventionsstudie VideA konnte gezeigt werden, dass Lehramtsstudierende ihre PU durch die Analyse eigener und fremder Unterrichtssequenzen im Gegensatz zu einer Kontrollgruppe, die mit Hilfe von schriftlichen Materialien analysiert, signifikant verbessern (Krammer et al., 2016).

Eine weitere Studie zeigte, dass durch zwei Seminare, in denen deklaratives Wissen, sowie konzeptuelles Wissen (Stürmer et al., 2012) zu den Theorien zum Lehren und Lernen vermittelt wurden, die PU der Lehramtsstudierenden in allen Facetten des *Reasoning* gesteigert werden konnte. Dies unterstützt die Annahme, dass die PU ein stark wissensbasierter Prozess ist (Stürmer, 2011). Auch eine Kombination aus regelmäßiger Praxiserfahrung im Rahmen des studienbegleitenden Praktikums an Schulen und einem Kurs, in dem Unterrichtsausschnitte videobasiert analysiert werden, fördert die Entwicklung der PU von Lehramtsstudierenden (Stürmer, Könings & Seidel, 2014).

Im Rahmen des Forschungsprojekts Level (Szogs, Krüger, & Korneck, 2018) sollen Physik-Lehramtsstudierende auf Grundlage der Unterrichtsqualitätsaspekte *kognitive Aktivierung*, *konstruktiver* und *affektiver Unterstützung* sowie der *Klassenführung* relevante Aspekte bei der Beobachtung von mehreren „Unterrichtsminiaturen“, die von Kommilitonen gehalten wurden, notieren. Erste Auswertungen zeigen, dass die Anzahl

an genannten Aspekten stark variiert und doch recht unterschiedliche Foki beim Beobachten gewählt wurden. Beispielsweise bedingten viele Nennungen zur kognitiven Aktivierung wenige Nennungen zur Klassenführung und umgekehrt (Krüger, Szogs, & Korneck, 2018).

Betrachtet man Einflussfaktoren, die mit der Fähigkeit der PU korrelieren, so stellte man fest, dass die Anzahl an pädagogischen Lehrveranstaltungen in denen Theorien zum Lehren und Lernen vermittelt wurden und das Interesse an allgemeinen pädagogischen Inhalten positiv mit der PU korreliert (Stürmer et al., 2014). Speziell bei den Subskalen *Erklären* und *Vorhersagen* wurden signifikante Zusammenhänge festgestellt. Praktische Erfahrungen und die Abiturnote zeigten in der erwähnten Studie jedoch keine Korrelationen mit der PU. Gold konnte in ihrer Studie zeigen, dass die Anzahl an Fachsemestern, sowie unterschiedliche Vorerfahrungen in Videoanalysen oder Klassenführungskenntnissen auch keinen Einfluss auf die PU hatte (Gold et al., 2013). Selbst das Interesse am Lehren und Lernen sowie das Wissen über die behandelten Unterrichtsmerkmale konnten den Zuwachs der PU nicht erklären (Krammer et al., 2016).

Insgesamt zeigten sich widersprüchliche Ergebnisse was den Einfluss des Interesses und des zugrunde liegenden Wissens über relevante Unterrichtsmerkmale beim Beobachten und Bewerten von Unterricht betrifft. Trotzdem wurde mehrfach betont, dass die PU ein wissenschaftlicher Prozess ist, der zugrunde liegendes pädagogisches Wissen verlangt.

Weitgehend unberücksichtigt ist die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem fachdidaktischen Wissen oder dem Fachwissen der Studierenden mit der PU. Meschede et al. (2017) konnte für den naturwissenschaftlichen Unterricht im Grundschulbereich zeigen, dass bei Lehramtsstudierenden und fertig ausgebildeten Lehrkräften mit höherem fachdidaktischen Wissen eine bessere Unterrichtswahrnehmung einhergeht.

Im Rahmen der vorliegenden Studien soll diskutiert werden, inwieweit dieser Zusammenhang bei Physik-Lehramtsstudierenden, die das Lehr-Lern-Labor besuchen zu sehen ist und inwieweit ein Wissenszuwachs im fachdidaktischen Wissen und im Fachwissen eine bessere PU bedingt. Dies würde Hinweise auf die Gestaltung und Integration der PU in das didaktische Konzept des Lehr-Lern-Labor Seminars liefern.

Einheitliche Ergebnisse zeigen Studien, die den Einfluss von Videoanalysen auf die PU von Studierenden untersuchten. Hier zeigte sich stets ein positiver Einfluss. Die beobachteten Videos zeigten jedoch fast ausnahmslos Unterricht von fremden Lehrkräften. Es stellt sich die Frage, inwieweit Videos vom eigenen Unterrichten und vom Unterricht der Kommilitonen die PU fördern kann. Die Frage lässt sich mit dem Konzept des Lehr-Lern-Labor Seminars angehen, indem Videoclips von den

Betreuungen erstellt und von den Studierenden analysiert werden. Außerdem wurden in den erwähnten Studien teilweise Praxisphasen mit Videoanalysen kombiniert. Es stellt sich die Frage inwieweit allein Praxisphasen mit integrierten Reflexionsphasen, wie jene im Lehr-Lern-Labor Seminar die PU von Lehramtsstudierenden fördern kann. Dies wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht analysiert und ist eine der Fragestellungen der vorliegenden Arbeit (siehe Abschnitt 5).

## 4 Reflexion

Wie im Abschnitt 3 ausgeführt, spielen Reflexionsprozesse bei der Entwicklung der PU eine wichtige Rolle. Das Lehr-Lern-Labor Seminar beinhaltet drei grundlegend verschiedene Reflexionsvorgehen, die im Folgenden beschrieben und voneinander abgegrenzt werden. Dafür wird zunächst in Abschnitt 4.1 der Reflexionsbegriff definiert und verschiedene Reflexionsmöglichkeiten aufgezeigt, welche anschließend in Abschnitt 4.2 den Reflexionen im Seminar zugeordnet werden. Daraus ergibt sich eine Übersicht der Reflexionsprozesse im Seminar. Die Abschnitte 4.3 und 4.4 dienen als Vorbereitung und Bezugsquellen für die Erweiterung des Lehr-Lern-Labor Seminars durch die neu integrierten Videoanalysen. Aufbauend auf die Erkenntnisse aus den beiden Abschnitten werden in Abschnitt 4.5 die Konzeption und der Ablauf der Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar beschrieben.

### 4.1 Definition der Reflexion bzw. Analyse

Tripp und Rich fassen den Reflexionsbegriff folgendermaßen zusammen: „...we might encapsulate reflection as a self-critical, investigative process wherein teachers consider the effect of their pedagogical decisions on their situated practice with the aim of improving those practices“ (Tripp & Rich, 2012; S. 1). Reflexion bezieht sich nach ihrer Definition auf das selbstkritische Betrachten eigener Handlungen mit dem Ziel, diese zu verbessern. Grundlegend geht es also darum, mit Hilfe des (Vor-) Wissens der Lehrkraft über Unterrichtshandlungen nachzudenken. Idealerweise entspricht jener Prozess einem Lernprozess, sodass nachfolgende Unterrichtshandlungen professioneller ablaufen können. Wie die Reflexionsprozesse gestaltet werden beschreibt Wyss in ihrer „differenzierenden Auslegung des Reflexionsbegriffs“ (Wyss, 2008; S. 6). Sie unterscheidet verschiedene Ebenen und Formen der Reflexion, die im Folgenden beschrieben werden (Wyss, 2008).

#### a) Offene oder geschlossene Reflexion

Bei einer offenen Reflexion wird der Inhalt der Reflexion oder das zu Beobachtende vorher nicht bestimmt. Die Lehrkraft kann ihre Beobachtungskriterien selbst auswählen und wird dadurch bei der Beobachtung nicht eingeschränkt. Dies kann die (unerfahrene) Lehrkraft jedoch schnell überfordern (Berliner et al., 1989). Bei einer geschlossenen Reflexion wird vorher festgelegt, über welche Aspekte reflektiert werden soll. Die Lehrkraft bekommt einen gezielten Beobachtungsauftrag, wobei das Beobachtete

theoriebezogen begründet werden soll. Mühlhausen (2011) unterscheidet in seiner Definition zwischen Analyse und Reflexion und bezeichnet eine offene Reflexion als Reflexion und eine geschlossene Reflexion als Analyse. Diese Unterscheidung wird auch im Folgenden bei der Beschreibung der Reflexionen im Lehr-Lern-Labor Seminar herangezogen.

b) Formen der Reflexion

Reflexionen können während der Handlung (*reflection in action*) (Sherin, Russ, Sherin & Colestock, 2008) oder nach der Handlung stattfinden. Man unterscheidet weiterhin zwischen Selbstreflexion, wenn die Handlung eigenständig reflektiert wurde, Peer-Reflexion, wenn die eigene Reflexion von einem Kollegen oder Kommilitonen begleitet wird und Fremdreiflexion, wenn eine Drittperson die Reflexion übernimmt.

c) Ebenen der Reflexion

Reflexion kann auf der Mikroebene, Mesoebene oder Makroebene stattfinden. Reflexionen auf der Mikroebene beziehen sich auf Handlungen im Klassenzimmer, die täglich durchgeführt werden. Dies können beispielsweise Lehrer-Schüler-Interaktionen sein oder bestimmte Unterrichtsphasen. Reflexionen auf der Meso- oder Makroebene beziehen sich auf nicht alltägliche Handlungen, die nicht im Klassenzimmer stattfinden, wie z.B. Elterngespräche.

d) Mediale Umsetzung

Reflexionen und Analysen können durch unterschiedliche Medien unterstützt werden. Reflektiert man nur mündlich, so besteht die Gefahr, die Erkenntnisse schnell zu vergessen. Bei einer schriftlichen Reflexion bzw. Analyse (z.B. durch ein Portfolio) aber auch bei audio-visuellen Aufzeichnungen werden die Erkenntnisse festgehalten und längerfristig gespeichert. Dies bietet den großen Vorteil, dass bei der Reflexion oder Analyse nichts vergessen wird. Das Geschehene kann wiederholt aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden und man kann sich bei der Analyse Zeit lassen, sodass dadurch die Handlung ideal theoriebezogen begründet werden kann.

## **4.2 Beschreibung der Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor Seminar**

Die in 4.1 erwähnten Ebenen und Reflexionen dienen nun als Grundlage für die Beschreibung der Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor Seminar:

- Offene Reflexion nach jeder Durchführung

In der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars besucht innerhalb von 4-5 Wochen pro Woche eine Schulklasse das Seminar, um an den Experimentierstationen zu experimentieren. Direkt im Anschluss einer Durchführung wird diese mit den Kommilitonen und den beiden Dozenten in Form einer mündlichen Teamreflexion offen reflektiert. Die Studierenden werden dabei nicht gelenkt und es gibt keine speziellen Kriterien, anhand derer reflektiert werden soll. Die Reflexion findet auf der Mikroebene statt, da Aspekte, die direkt die Durchführungen betreffen, diskutiert werden.

- Schriftliche Reflexion mit Hilfe eines Portfolios

Die Vorbereitung der Experimentierstationen, sowie mögliche Verbesserungen an den Stationen nach den Durchführungen sollen didaktisch begründet werden. Diese werden schriftlich in Form von drei Portfolios direkt nach der Vorbereitungsphase, nach der ersten Durchführung und nach der letzten Durchführung erstellt. Die Studierenden reflektieren für sich selbst. Dazu bekommen sie zwar einen Reflexionsauftrag in Form einer Aufgabenstellung zu den Portfolios, wobei sie nicht auf einen speziellen didaktischen Aspekt fokussiert werden, sodass die Reflexion offen gestellt ist.

- Videoanalyse

Zusätzlich zu den oben genannten Reflexionen finden für die Hälfte der Studierenden Videoanalysen der eigenen Betreuungen zwischen den Durchführungen zusammen mit allen gefilmten Studierenden in einer „Videogruppe“ statt (siehe dazu Abschnitt 4.5). Die Analysen beruhen auf drei Unterrichtsmerkmalen, wobei ein Merkmal pro Analysestunde angesprochen wird. Die theoriebegleitende Analyse findet somit nach ausgewählten Kriterien statt und die Studierenden werden bei der Analyse fokussiert. Die Analyse findet wiederum auf der Mikroebene statt. Da die Studierenden in der Gruppe ihren eigenen Videoclip und die der Kommilitonen analysieren, finden Teamanalysen sowie Fremdanalysen statt.

Die Abbildung 13 gibt einen Überblick über die Differenzierungen der Reflexion nach Wyss (2008) und zeigt farblich die verwendeten Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor Seminar.

REFLEXION			
ARTEN	FORMEN	MEDIALE UNTERSTÜTZUNG	EBENEN
Reflexion in der Handlung	Selbstreflexion <span style="color: red;">■</span>	mündlich <input type="checkbox"/>	Makro-Ebene
Reflexion über die Handlung <input type="checkbox"/> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: blue;">■</span>	Team- oder Peerreflexion <input type="checkbox"/> <span style="color: blue;">■</span>	schriftlich <span style="color: red;">■</span>	Meso-Ebene
durchgeführt als:	Fremdreflexion <span style="color: blue;">■</span>	audio-visuell <span style="color: blue;">■</span>	Mikro-Ebene <input type="checkbox"/> <span style="color: red;">■</span> <span style="color: blue;">■</span>
geschlossene Reflexion (Analyse) <span style="color: blue;">■</span>			
offene Reflexion <input type="checkbox"/> <span style="color: red;">■</span>			

**Reflexionen bzw. Analysen im Lehr-Lern-Labor Seminar**  
 Reflexionen direkt nach den Durchführungen  
■ Portfolios  
■ Videoanalysen

Abbildung 13: Ebenen und Formen der Reflexion adaptiert nach Wyss (2008). Farblich gekennzeichnet sind die drei Reflexionsvorgänge, die im Lehr-Lern-Labor Seminar stattfinden.

Es lässt sich erkennen, dass das Lehr-Lern-Labor Seminar die verschiedenen Facetten der Reflexion breit abdeckt. Es werden alle genannten medialen Möglichkeiten verwendet, sowie alle Formen der Reflexion. Außerdem wird geschlossen und offen reflektiert. Nur „Reflexion in der Handlung“ wird nicht explizit angesprochen, sollte jedoch bei den häufigen Betreuungen stattfinden. Außerdem wird „nur“ auf der Mikroebene reflektiert. Die Einschränkung auf die Reflexion über die Handlung beruht auf der Tatsache, dass dadurch die Situation mitteilbar und in der Gruppe diskutierbar wird (Altrichter & Posch, 2007). Es bietet sich nur so die Möglichkeit speziell für Studierende, die wenig Reflexionskompetenz besitzen, über die Handlung nachzudenken, diese zu begründen und gegebenenfalls Alternativhandlungen zu generieren. Bei der „Reflexion in der Handlung“ würde dazu die Zeit fehlen. Der Bezug auf die Mikro-Ebene macht deshalb Sinn, da im Seminar Unterrichtssituationen besprochen werden sollen.

Im Folgenden wird detailliert auf die Facette „Videoanalyse“ eingegangen, da dies ein spezieller Fokus der vorliegenden Arbeit darstellt und neu in das Lehr-Lern-Labor Seminar aufgenommen wurde.

### 4.3 Videografie in der Lehrerbildung

Videos haben ein großes Potential, die Reflexionskompetenz von Lehramtsstudierenden zu schulen (Borko et al., 2008; Santagata & Guarino, 2011; Sherin & van Es, 2009; Stürmer et al., 2013). Ohne gründliche Aufbereitung der Videos, ohne theoretische

Fundierung der Analyse und ohne ein konkretes, der Analyse angepasstes Konzept verfehlen sie jedoch ihren Nutzen. Videoanalysen müssen mit einer bestimmten Intention durchgeführt werden. Bestimmte Ziele der Analyse müssen vorher definiert und der Ablauf muss geplant werden, um das Lernen der Studierenden zu unterstützen (Brophy, 2004). Ein Video ist „nur“ ein Tool oder ein Medium, welches das Lernen unterstützt und zum Lernen genutzt werden kann. Videos für sich sind noch nicht effektiv (Seidel, Blomberg & Renkl, 2013). Kurse, in denen eigene Videos analysiert werden, müssen eine unterstützende Gemeinschaft bzw. eine unterstützende professionelle Lernumgebung darstellen. Um eine produktive Unterhaltung herzustellen, helfen Kommunikationshinweise (Normen), um eine Balance zwischen respektvollen und kritischen Unterhaltungen herzustellen (Star & Strickland, 2008). Ein vorgegebener Fokus auf bestimmte Aspekte, wie das Problemlösen der Schülerinnen und Schüler, Instruktionsstrategien oder die Lernunterstützung der Lehrkraft können produktive Diskussionen über das Beobachtete fördern (Frederiksen, Sipusic, Sherin & Wolfe, 1998).

Werden diese Aspekte beachtet, so bieten Videoanalysen im Lehramtsstudium einige Vorzüge gegenüber konventioneller Reflexion von selbst beobachteten Unterricht:

- Theoretische Aspekte lassen sich durch die Präsentation konkreter Unterrichtsbeispiele mit der Praxis verbinden (Korthagen & Kessels, 1999). Um dabei die Komplexität des Unterrichts so authentisch wie möglich einzufangen, eignen sich Videoaufzeichnungen, die theoriebasierend analysiert werden können. Videos bieten somit die Möglichkeit, die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen, indem Studierende ihr theoretisches Wissen anhand der Videoclips anwenden können.
- Videos ermöglichen einen Zugang zur Praxis ohne selber unterrichten zu müssen (Sherin & van Es, 2005). So ist es nicht nötig sofort die beobachtete Situation bewerten und darauf reagieren zu müssen.
- Videos erlauben es, Unterricht wiederholt in kleineren Ausschnitten zu betrachten. So wird die Komplexität des Unterrichts reduziert und dieser für Lehramtsstudierende zugänglicher und einfacher zu interpretieren.
- Die Komplexität ist häufig auch dadurch gegeben, dass Unterricht auf mehreren theoretischen Aspekten beruht. Durch die wiederholte Betrachtung ist es möglich, den Videoausschnitt aus mehreren Perspektiven zu betrachten, beispielsweise aus Schülersicht, Lehrersicht, fachliche, didaktische oder

pädagogische Sicht (vgl. Spiro, Vispoel, Schmitz, Samarapungavan & Boerger, 1987).

- Videoanalysen sind für angehende Lehrkräfte eine neue motivierende Erfahrung (Roth, 2010), die im Referendariat nochmals relevant werden können.
- Videoanalysen des eigenen Unterrichtens, gelten als besonders interessant und motivieren Unterricht zu reflektieren (Roth, 2010).
- Videoanalysen bieten den Vorteil, dass man sich auf das Interpretieren der Unterrichtssituation konzentrieren kann ohne direkt anschließend handeln zu müssen. Die Lehrkraft kann sich die Frage stellen, was passiert ist und warum. Sie erweitert bei der Analyse ihre Sichtweise, beispielsweise auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler. Diese erweiterte Sichtweise kann anschließend im Unterricht angewendet werden (Sherin & van Es, 2009).

Trotz der vielen Vorteile sind bei der Durchführung von Videoanalysen folgende Nachteile zu berücksichtigen:

- Unterrichten ist meist ein isolierter Prozess (van Es, E. A., Tunney, Goldsmith, & Seago, 2014). Eine Lehrkraft unterrichtet in der Regel alleine eine Schulklasse. Wenn nun andere Lehrkräfte ihr Vorgehen beobachten oder wenn eine Videokamera die Lehrkraft beim Unterrichten fokussiert, dann könnte sie sich beobachtet fühlen und dazu tendieren, anders zu unterrichten (Brophy, 2004).
- Lehrkräfte sind eventuell nicht kritisch genug, wenn sie eine Kollegin oder einen Kollegen analysieren. Dadurch könnte die Analyse ineffektiv werden.
- (Video) Reflexionen mit Kolleginnen und Kollegen sind eher unüblich, sodass diese erst eingeübt werden müssen.
- Videos zeigen nur den Ausschnitt des Unterrichts den die Kamera einfängt (Krammer, Hugener, Biaggi, 2012). Kontextinformationen zu Schülerinnen und Schülern sind meist nicht bekannt.

Neben der Berücksichtigung der Vor- und Nachteile der Videographie, müssen für die Durchführung der Videoanalyse vorab zwei Vorgehensweisen unterschieden werden, welche bei der Konzeption der Videoanalysen im Seminar berücksichtigt wurden (siehe Abschnitt 4.5):

#### Situiertes Lernen: Theorie aus der Praxis erzeugen (*example-rule*-Strategie)

Im Sinne des Situierten Lernens besteht bei Videoanalysen der Lernprozess in der Verbindung zwischen Wissenserwerb und Wissensanwendung bei der Analyse von Unterrichtsvideos. Wissen über Lehr- und Lernprozesse wird somit direkt an Praxissituationen erarbeitet (Seidel et al., 2013). Dadurch wird der Erwerb von Wissen vermieden, das abgerufen aber nicht angewendet werden kann. Berücksichtigt man die Theorie zum situierten Lernen, so lassen sich Kategorien zu bestimmten Unterrichtsmerkmalen direkt aus den Videos oder aus den Diskussionen über die Videoclips ableiten. Seidel bezeichnet dies als *example-rule*-Strategie. Die Strategie eignet sich für die Entwicklung von heuristischem bzw. prozeduralem Wissen der Studierenden bei der Planung von Unterrichtsstunden und bei der Analyse des speziellen Unterrichtsgeschehens (Seidel, Blomberg et al., 2013). Nachteilig kann sich dieser Wissenserwerb dann auswirken, wenn die Videos zu komplexe Situationen zeigen und die Analysen dadurch zu schwierig werden. Situiertes Lernen eignet sich dann, wenn sich die Analyse der Videos über einen längeren Zeitraum erstreckt. Dann bleibt die Qualität der Analyse auf einem konstant hohem Niveau (Blomberg, Sherin, Renkl, Glogger & Seidel, 2014; Seidel, Stürmer, Blomberg, Kobarg & Schwindt, 2011).

#### Kognitive Load Theory: Theorie an der Praxis anwenden (*rule-example*-Strategie)

Die Kognitive Load Theory besagt, dass Lernen nur dann sinnvoll stattfindet, wenn der Lernende nicht von zu komplexen und zu vielen Informationen gleichzeitig überlastet wird (Kirschner, 2002). Da Videoanalysen häufig sehr komplex werden können, sollten die Studierenden mit gezielten Fragestellungen oder Begleitmaterialien bei den Analysen unterstützt werden (Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Sweller, 1988). Legt man seinen Analysen jene Theorie zugrunde, dann werden vorher bestehende theoretische Konstrukte in den Videoclips gesucht und analysiert. Seidel et al. (2013) bezeichnen dies als *rule-example*-Strategie. Sie konnten zeigen, dass man mit jener Strategie vor allem Faktenwissen und konzeptuelles Wissen der Studierenden fördern kann. Die Studierenden konnten ihr theoretisches Wissen zur Analyse der Videos besser anwenden als eine Vergleichsgruppe, die keine Vorgaben bekam (Seidel et al., 2013). Vor allem Studierende tendieren bei der Betrachtung von Videos dazu, diese

oberflächlich zu beschreiben und nicht theoriebezogen zu begründen (Berliner, 2001). Erstreckt sich die Analysephase über einen relativ kurzen Zeitraum, dann zeigte sich, dass sich eine Lenkung der Analyse eignet, vor allem bei der Integration der Videobeispiele in theoretische Konstrukte (Seidel et al., 2011). Die *rule-example*-Strategie eignet sich vor allem dann, wenn man das Bewerten von Unterrichtsszenen fördern will (Blomberg et al., 2014).

Welche Vorgehensweise geeignet ist, hängt letztlich von den Zielen der Videoanalyse, von den Erfahrungen und vom Vorwissen der beteiligten Personen ab (Blomberg et al., 2014).

#### **4.4 Studien zur Reflexions- bzw. Analysekompetenz mit Videos**

Der Einsatz von Videokameras zur Evaluation von Unterricht, als auch als Werkzeug zur Reflexion oder Analyse wurde, auch bedingt durch die technischen Möglichkeiten, in den letzten Jahrzehnten immer effektiver und beliebter. Große Videostudien wie beispielsweise die IPN Videostudie oder TIMSS zeigten neue Möglichkeiten der Untersuchung des Unterrichts (Baumert & Lehmann, 1997; Seidel, 2006). Auch in der Lehrer(fort)bildung zeigten sich verschiedene Varianten des Einsatzes von Videos als gewinnbringend. Im Folgenden werden zwei Seminare bzw. Kurse vorgestellt, die Unterricht anhand von Videos analysieren. Das Analysekonzept und die gewonnenen Erkenntnisse aus diesen Seminaren dienen der Konzeption der Videoanalyse im Lehr-Lern-Labor Seminar.

##### Lesson Analysis Framework

Das „Lesson Analysis Framework“ von Santagata und Guardino (2011) dient der Unterstützung der Analyse von Unterrichtsvideos speziell für Lehramtsstudierende. Sie zeigten in ihrem Kurs Lehramtsstudierende ganze uneditierte Unterrichtsstunden, die alltäglichen Unterricht zeigen, welche sie fragenbegleitend analysieren sollten. Zusätzlich videografierten sich die Studierenden gegenseitig bei der Betreuung einer Schülerin oder eines Schülers, der eine mathematische Aufgabe lösen sollte. In einem nächsten Schritt wurde die Betreuung von vier oder fünf Schülerinnen und Schülern videografiert und analysiert. Zur Unterstützung der Analyse bekamen die Studierenden Transkripte und Instruktionmaterialien der Unterrichtsstunde. Zur Erstellung der fragenbegleitenden Analyse orientierten sie sich an den vier Aspekten einer „produktiven Reflexion“ nach Davis (2006) und teilten ihre Analyse in folgende Kategorien ein:

- a) Welche Lernziele sollen erreicht werden?
- b) Erreichen die Schülerinnen und Schüler die Lernziele? Woran lässt sich dies erkennen?
- c) Welche Instruktionsstrategien nutzt die Lehrkraft, damit die Schülerinnen und Schüler die Lernziele erreichen?
- d) Welche alternativen Vorgehensweisen könnten angewendet werden? Begründen Sie!

### VideA

Krammer et al. (2016) untersuchten die Effektivität des Einsatzes von Videos in der Ausbildung von Lehrkräften. Es wurden Untersuchungen zur Wirksamkeit von fremden und eigenen Videos bezogen auf das Beobachten und Bewerten von Unterrichtsvideos und zur Akzeptanz von Videos durchgeführt. Zusätzlich wurden die beiden Videoanalysegruppen mit einer weiteren Gruppe verglichen, deren Teilnehmer schriftliche Lehr- und Lernmaterialien von fremden Lehrkräften analysierten. Ihre Analysen orientierten sich an das vierschrittige Vorgehen nach Santagata und Guarino (2011), welches den Ablauf der Videoanalyse strukturiert und gleichzeitig Orientierung beim Analysieren gibt. Grundlegend lag ihr Fokus auf der Bewertung der Wirkungen des Lehrerhandelns auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler (siehe Abbildung 14). In ihrer Untersuchung verglichen sie Studierende, die den eigenen Unterricht anhand von Videos analysierten mit Studierenden, die fremden Unterricht videobasierend analysierten mit Studierenden, die schriftliche Beschreibungen von Unterrichtssituationen analysierten. Sie bezogen sich bei ihren Analysen auf die Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre*. Die Ergebnisse zeigten einen signifikanten Zuwachs in der Entwicklung der PU in den beiden Videogruppen, jedoch nicht in der Gruppe, die schriftlich analysierte. Zwischen den Videogruppen bestand kein Unterschied in der Entwicklung (Krammer et al., 2016).

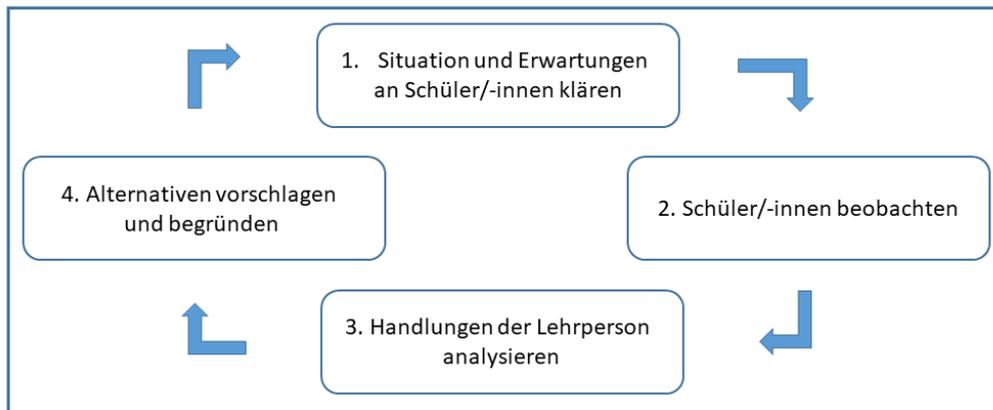


Abbildung 14: Vorgehen zur Analyse von Unterrichtsvideos nach Biaggi, Krammer und Hugener (2013).

Die Studien von Santagata und Guardino (2011), sowie Krammer et al. (2013) zeigten, dass der Einsatz von Videoclips im Rahmen eines durchdachten Seminarkonzepts in der Lehrerausbildung, das Bewerten von Unterrichtssituationen fördert. Sie nutzten das Potenzial der Videografie aus, indem sie Videoclips im Sinne der *rule-example*-Strategie wiederholt anhand fragenbasierter Analysebögen zunächst beschreiben und im zweiten Schritt bewerten ließen. Verwendet wurden dabei Szenen aus dem „realen“ Unterricht. Inwieweit Videoclips der Lehr-Lern-Labor Durchführungen die Wahrnehmung von relevanten Unterrichtsszenen fördern können, wurde noch nicht untersucht.

## 4.5 Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar

Unter Einbezug des aktuellen Forschungsstandes zur PU und speziell zu videobasierten Analyseprozessen werden nun die Konstruktion (Abschnitt 4.5.1) und der Ablauf (Abschnitt 4.5.2) der Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar beschrieben.

### 4.5.1 Konzeption der Videoanalysen

Die Erstellung der Videoanalyse im Lehr-Lern-Labor Seminar orientierte sich an folgenden Punkten:

- den im Abschnitt 4.3 genannten Vor- und Nachteilen

- den zwei Vorgehensweisen einer Videoanalyse resultierend aus der Theorie des Situierten Lernens und der Kognitive-Load-Theory
- Inhaltlich orientierte man sich an dem vierschrittigen Vorgehen bei Videoanalysen nach Biaggi, Krammer und Hugener (2013), die jenes wiederum von Santagata und Guarino (2011) aufgegriffen und an ihre Analysen angepasst hatten.

Für die Erstellung eines Videoanalyse-Kurses schlägt Blomberg et al. (2013), fünf Schritte vor, die diesbezüglich Orientierung geben sollen. In der vorliegenden Arbeit werden die Heuristiken durch einen weiteren eher technischen Schritt ergänzt (Schritt 2). Abbildung 15 zeigt den Überblick über die Vorgehensweise zur Erstellung des Videoanalyse-Kurses im Lehr-Lern-Labor Seminar.

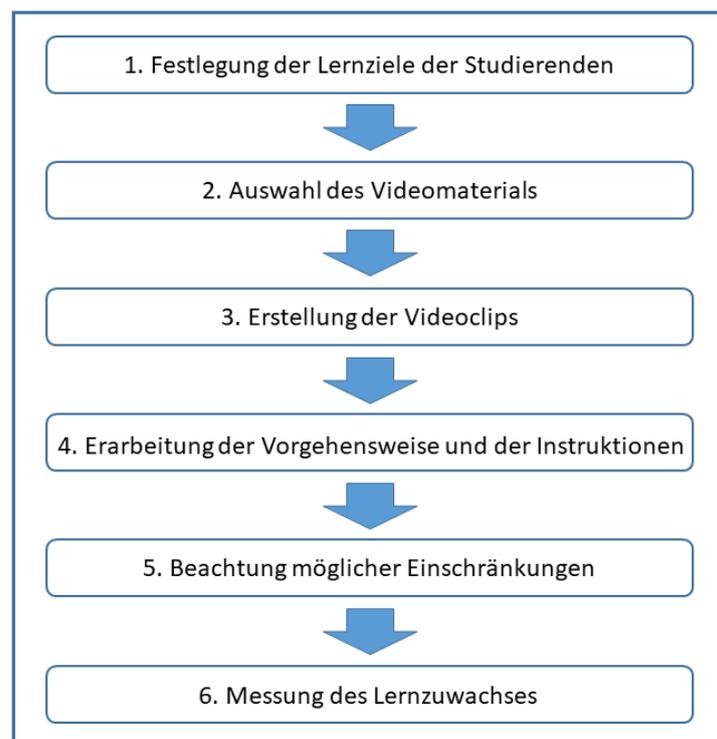


Abbildung 15: Vorgehensweise bei der Erstellung des Videoanalyse Kurses im Lehr-Lern-Labor Seminar erweitert nach Blomberg et al. (2013).

### 1. Festlegung der Lernziele der Studierenden

*Es stellt sich die Frage, ob Videos als Werkzeuge helfen, damit Studierende ihre Lernziele im Kurs erreichen. Welche Herausforderungen sind diesbezüglich zu beachten?*

Zu Beginn muss festgelegt werden, was die Studierenden im Kurs lernen sollen. Ziel des Videokurses ist es, die PU der Studierenden zu verbessern und dabei besonders die Dimension des *Reasoning*. Dafür werden die Studierenden in Kleingruppen ihre eigene Betreuung von Schülergruppen, sowie die der Kommilitonen analysieren. Die Studierenden sollen in den Videoclips relevante Situationen erkennen und theoriebasierend analysieren. Geschult werden die drei Komponenten des *Reasoning*. Die Studierenden entwickeln ihre Fähigkeiten im *Beschreiben* der Situationen, im theoriebasierten *Begründen* und im *Vorhersagen* resultierender Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler. Dabei beziehen sich die Studierenden auf die drei Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre*. Die Studierenden konzentrieren sich bei der Analyse auf das Verhalten der Lehrkraft und der Schülerinnen und Schüler, indem sie einerseits das Bereitstellen von Lerngelegenheiten und die Betreuung der Lehrkraft analysieren und andererseits das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler und mögliche Konsequenzen bezüglich des Lernens der Schülerinnen und Schüler analysieren (Borko et al., 2008). Studien zeigten, dass Videoanalysen die Entwicklung der PU von Lehramtsstudierenden unterstützen (siehe Abschnitt 4.4). Ob Videoclips von Betreuungen aus dem Lehr-Lern-Labor ebenfalls hilfreich zur Analyse sind, soll diese Arbeit anhand der hier vorgestellten Videoanalyse beantworten.

### 2. Videomaterial

*Inwieweit eignet sich das Videomaterial aus dem Lehr-Lern-Labor Seminar zur Analyse? Welche Arten von Videos sind für die Analyse geeignet?*

- Eigene oder fremde Videos

Betrachtet man videobasierte Seminare in der universitären Ausbildung, so wurden gezielt Videoclips des eigenen Unterrichts oder Videos von fremden Personen eingesetzt (Seidel, Stürmer & Blomberg, 2013). Beide Varianten bieten gewisse Vorteile bezogen auf das, was die Studierenden anhand der Videos lernen sollen. Die Analyse eigener Videos wurde als bedeutungsvoller, authentischer, aktivierender und motivierender erachtet (Krammer, Hugener, 2014; Seidel et al., 2011). Jacobs et al. (2007) untersuchte im Rahmen ihres „Problem-Solving-Cycle“ die Qualität der Diskussion von Mathematik-

Lehrkräften über ihr Unterrichtsgeschehen anhand von Videoclips. Sie stellte fest, dass die im Video beobachtete Lehrkraft von der Diskussion profitiert, da Verbesserungsvorschläge aufgenommen werden können und Lob von ihren Kolleginnen und Kollegen sie beim Unterrichten bestärkt. Die Analysen ihrer Kolleginnen und Kollegen zeigten neue pädagogische Konzepte und offenbarten, dass auch sie mit Problemen beim Unterrichten zu kämpfen haben. Außerdem wurden hierbei verstärkt Beispiele bezogen auf relevante Unterrichtsmerkmale des Lehrens und Lernens erkannt. Jedoch können eigene Videos von Studierenden inhaltlich zu wenige Diskussionsmöglichkeiten bieten und zu häufig Beispiele für schlechte Durchführungen beinhalten, die gegebenenfalls adaptiert werden könnten (Krammer & Hugener, 2014). In ihrer Studie zeigten Krammer und Kollegen, dass Videos ihres eigenen Unterrichts im Vergleich zu fremden Videos eine größere Akzeptanz bei der Analyse zeigen (Krammer, Hugener, Frommelt, Auf der Maur & Biaggi, 2016). In welcher Art und Weise eigene Videos die Analysefähigkeit von Lehramtskandidaten beeinflussen, ist noch weitgehend ungeklärt (Krammer et al., 2016). Eigene Videos können Studierende dazu verleiten, „Verteidigungsstrategien“ zu entwickeln, sodass Videos nicht objektiv bezogen auf theoretische Aspekte analysiert werden (Seidel et al., 2013).

Die Analyse fremder Videos zeigte einen kritischeren Umgang bei schlechten Durchführungen (Seidel et al., 2011; Krammer & Hugener, 2014). Jedoch wurden die Videos teilweise als zu distanziert erachtet, sodass das eigene Unterrichten durch die Analyse nicht beeinflusst wurde. Trotzdem sollte man mit diesen Videos allgemeine theoretische Konzepte zum Lehren und Lernen gut anwenden können (Seidel et al., 2013). Videos von fremden Lehrkräften bieten den Vorteil, dass die zu bewerteten Videos speziell ausgesucht werden können und somit gezielt bestimmte Vorgehensweisen den Studierenden beispielhaft gezeigt werden können (Biaggi, Krammer & Hugener, 2013).

Bei der Videoanalyse im Lehr-Lern-Labor Seminar betrachten die Studierenden Videoclips des eigenen Vorgehens sowie das ihrer Kommilitonen. Die Analyse der Videos der Kommilitonen sollte nicht der Analyse fremder Videos gleichgesetzt werden, da die zu bewertenden Studierenden bekannt sind und bei der Analyse dabei sind. In diesem Fall wäre eine Unterteilung in Videos fremder Lehrpersonen / Videos der Kommilitonen und Videos der eigenen Durchführung sinnvoller. Dabei erhofft man sich, dass durch die Analyse der eigenen Vorgehensweise und das seines Kommilitonen an der gleichen Station, diese bedeutungsvoll bleibt. Auch die Analyse der Betreuung anderer Stationen sollte für den einzelnen bedeutungsvoll bleiben, da er andere Vorgehensweisen beim gleichen Grundkonzept (Betreuung von Schülerinnen und Schülern beim

Experimentieren) für sich aufnehmen und selber ausprobieren könnte. Auch eine kritische Betrachtungsweise der Videos sollte gegeben sein, da die Analysequalität und die Betreuung von den Dozenten nicht bewertet werden. Es zeigte sich bei den Analysen, dass die Studierenden kritisch aber vor allem auch selbstkritisch die Videos beurteilten. Tripp und Rich (2012) stellten in ihrer Metaanalyse zu Videoanalyseverfahren fest, dass bei Analysen eigener Videos die Besprechung dieser mit Kommilitonen oder Dozenten speziell bei Studierenden sehr erwünscht sei, da häufig die Meinungen anderer mit der eigenen Meinung abgeglichen werden sollte.

- Betrachtung bekannter oder unbekannter Lehrmethoden

Auch die Wahl des beobachteten Unterrichts beeinflusst das Lernziel der Studierenden bei der Analyse. Werden Unterrichtsmethoden gezeigt, die den eigenen ähneln, dann können sie sich damit identifizieren und in ihren Unterricht implementieren (Brophy, 2004). Die Studierenden könnten den beobachteten Unterricht als bedeutungsvoller für den eigenen Unterricht erachten, als die Betrachtung anderer Methoden. Die Betrachtung und Analyse unbekannter Lehrmethoden kann wiederum das Methodenrepertoire der Studierenden erweitern. Da die Methode und die zugrunde liegende Theorie für die Studierenden neu sind, sind für die Analysen Begleitmaterialien wichtig.

Da die Studierenden in den Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar Videos der eigenen Betreuung und die der Kommilitonen sehen, sind die Lehrmethoden bezogen auf die Durchführung bekannt. Die Studierenden können ähnliche Vorgehensweisen im Sinne des Model-based-learnings (Bandura, 1995) für ihre Betreuungen leichter adaptieren und auch die Analysen sollten den Studierenden leichter fallen, als die fremder Methoden. Außerdem sollte die Betrachtung bekannter Unterrichtsmethoden den Vorteil bieten, dass die Studierenden die vorgegebenen Unterrichtsmerkmale leichter erkennen und analysieren können.

- Best-practice oder alltäglicher Unterricht

Best-practice Videos eignen sich dann, wenn den Studierenden die Methodenvielfalt des Unterrichtens gezeigt werden soll. Die Videos geben den Studierenden eine Orientierung für guten Unterricht – den Sollzustand, der von ihnen erreicht werden sollte. Best-practice Videos zeigen keine Fehler, sodass sich die Analyse nur auf gute Beurteilungen beschränkt. Die Analyse von

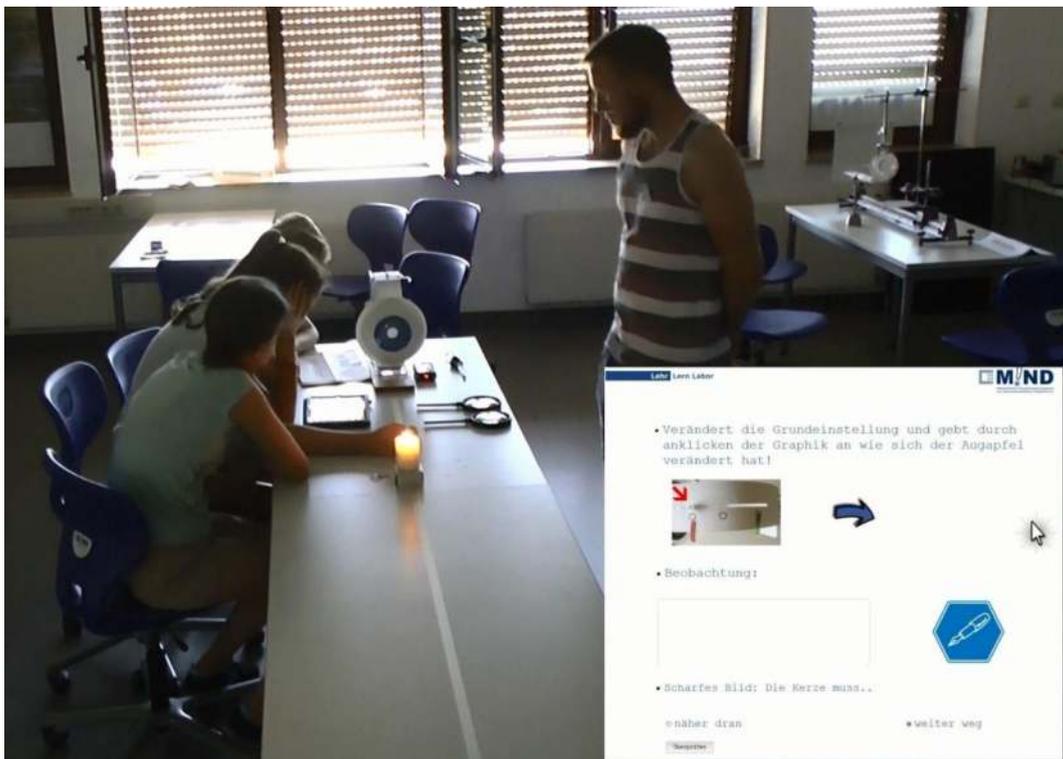
Fehlern beim Unterrichten fällt somit typischerweise weg. Somit tendieren Sherin (2004) sowie Santagata und Guarino (2011) zur Verwendung von Videoclips, die alltäglichen Unterricht zeigen. Hierbei lassen sich positive und negative Aspekte diskutieren sowie Verbesserungsvorschläge formulieren. Gleichzeitig können sich Studierende mit diesen Videos besser identifizieren und bewerten sie als motivierender (Santagata & Guarino, 2011). Blomberg et al. (2013) konnte feststellen, dass Videos der eigenen Durchführungen, sowie Videos mit bekannten Methoden, die alltäglichen Unterricht zeigen, die Beobachter zur Analyse aktivieren und diese mit dem eigenen Unterricht verknüpfen.

In der Videoanalyse im Lehr-Lern-Labor Seminar betrachten die Studierenden Videos von sich und von ihren Kommilitonen, sodass sie wohl ein breites Spektrum an gelungenen und weniger guten Unterrichtsbeispielen sehen können. Somit lassen sich positive und negative Aspekte im Bezug zu den Unterrichtsmerkmalen analysieren. Gleichzeitig können sich die Studierenden mit den Durchführungen ihrer Kommilitonen identifizieren und betrachten somit die Videos als motivierend.

### 3. Vorgehensweise zur Erstellung der Videoclips

Die Studierenden im Videokurs analysieren ihr eigenes Vorgehen. Dazu werden ihre Betreuungen an den Experimentierstationen videografiert. Verwendet wurden pro Station 1-2 Kameras, die das ganze Geschehen in der Totalen aufnehmen (siehe Abbildung 16). Probeaufnahmen haben gezeigt, dass eine separate Aufnahme der Tonspur die Qualität der Aufnahme stark verbessert. Es wurden Audiorecorder verwendet, die zentral auf den Experimentiertisch gelegt wurden. Es zeigte sich, dass sie von den Schülerinnen und Schülern größtenteils ignoriert wurden, sodass sie dadurch beim Experimentieren nicht beeinflusst wurden. Es wurden keine USB-Mikrofone an den Kleidungen der beteiligten Personen angebracht, da dadurch einerseits ein größerer Nachbearbeitungsaufwand entsteht und andererseits die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren und auch die Studierenden bei der Betreuung beeinflusst werden. Da die Studierenden meist zu zweit die Stationen entwickelt haben und diese abwechselnd betreuen, entstanden pro Experimentierstation Aufnahmen von zwei Studierenden. Somit ergeben sich pro Durchführung ca. zwei Stunden Videomaterial pro Person. Nach der Durchführung wird das Material begutachtet. Da sich die Analysen je auf eine der drei Unterrichtsmerkmale beziehen, wurden relevante Szenen bezogen auf den entsprechenden Merkmalen herausgeschnitten und mit der Tonspur gekoppelt. Insgesamt wurde aus dem Material

pro Studierenden mindestens ein Videoclip erstellt. Die Länge der Clips variierte zwischen drei und sieben Minuten. Verwendet wurde das Videoprogramm Magix Video Deluxe zum Schneiden und Editieren der Clips und das Programm Magix Video Sound Cleaning Lab zur Entfernung von Rauschen und anderen Störgeräuschen (siehe <https://www.magix.com>). Die Videoclips beinhalteten neben einer Titelseite zur Einblendung des zugrunde liegenden Unterrichtsmerkmals und des Titels der Experimentierstation zu Beginn kurze Vorinformationen zum Videoausschnitt. Der Betrachter des Videos erhält zum Beispiel kurze Informationen über das, was die Schülerinnen und Schüler an der Station schon bearbeitet haben oder welcher Bearbeitungsabschnitt im Video zu sehen sein wird. In den Videoclips sind auch die aktuell von den Schülerinnen und Schülern aufgerufenen Seiten des digitalen Begleitmaterials auf den iPads zu sehen. Diese wurden an den Rand der Videos platziert. Abbildung 16 zeigt einen Screenshot eines Videoclips.



*Abbildung 16: Zu sehen sind Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren sowie ein Student als Betreuer an der Station zum Thema Auge. Zusätzlich ist die aktuelle Folie eingeblendet, mit der die Schülerinnen und der Schüler gerade arbeiten.*

#### 4. Erarbeitung der Vorgehensweise und Instruktion im Videoanalyse-Kurs

*Wie sieht die Analyse konkret aus? Sind die Ziele der Videoanalysen mit dem Vorgehen zu erreichen?*

In der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars besuchen an vier Terminen Schulklassen das Seminar und bearbeiten die Experimentierstationen. Zwischen den einzelnen Durchführungen finden insgesamt vier Videoanalysen statt. Die Studierenden analysieren in der ersten Videoanalyse die Videoclips im Fokus der *Lernatmosphäre*, in der zweiten Veranstaltung im Fokus der *Zielorientierung* und in der dritten Veranstaltung werden die Videoclips bezüglich des Unterrichtsmerkmals *Lernbegleitung* analysiert. Zur Unterstützung bzw. Fokussierung der Analyse bekommen die Studierenden Fragen zu den einzelnen Unterrichtsmerkmalen, die sie nach der Betrachtung der Videos beantworten sollen. Die Fragen sind dreigeteilt, und beziehen sich auf die Dimensionen des *Reasoning*. Im ersten Abschnitt sollen die Studierenden anhand der Fragen ihre Beobachtungen festhalten, ohne diese schon zu bewerten (Dimension *Beschreiben*). Im zweiten Abschnitt sollen die Beobachtungen bewertet und auf grundlegende Theorien zu den Unterrichtsmerkmalen bezogen werden (Dimension *Bewerten*). Außerdem sollen mögliche Konsequenzen aus den Beobachtungen bezüglich des Lernens der Schülerinnen und Schülern abgeleitet werden (Dimension *Vorhersagen*). Im letzten Abschnitt können alternative Vorgehensweisen oder Verbesserungsvorschläge bezüglich des Lehrerverhaltens formuliert werden (vgl. Biaggi et al., 2013). Durch die Dreiteilung der Fragestellung wird der Studierende dazu gezwungen, zunächst so viele Details wie möglich aufzunehmen und sich für die Beschreibung Zeit zu lassen, bevor zu schnell bewertet wird (Rodgers, 2002). Dadurch soll auch erreicht werden, dass die Lehrkraft und die Schülerinnen und Schüler in die Beschreibung aufgenommen werden, sodass die Wirkung des Lehrerhandelns auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler bewertet werden kann. In der vierten und letzten Videoanalyse betrachten die Studierenden die Videoclips bezüglich aller drei Unterrichtsmerkmale. Damit dies in einer Videoanalysezeitung zeitlich realisierbar ist, wurden zu den Unterrichtsmerkmalen und zu den drei Dimensionen des *Reasoning* Items formuliert, die von den Studierenden auf einer fünfstufigen Skala bewertet werden sollen.

Zusammenfassend sollen die Studierenden lernen, eine Wirkung der Unterrichtsmerkmale auf das Autonomieempfinden, die soziale Eingebundenheit und das Kompetenzerfinden der Schülerinnen und Schüler zu erkennen. Nach der Selbstbestimmungstheorie beeinflussen die drei Aspekte wiederum die extrinsische und intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler (siehe Abbildung 17). Es geht nun darum, anhand der Beobachtungen in den Videos, diesen Wirkmechanismus festzustellen und auf die Praxissituationen im Lehr-Lern-Labor zu übertragen.

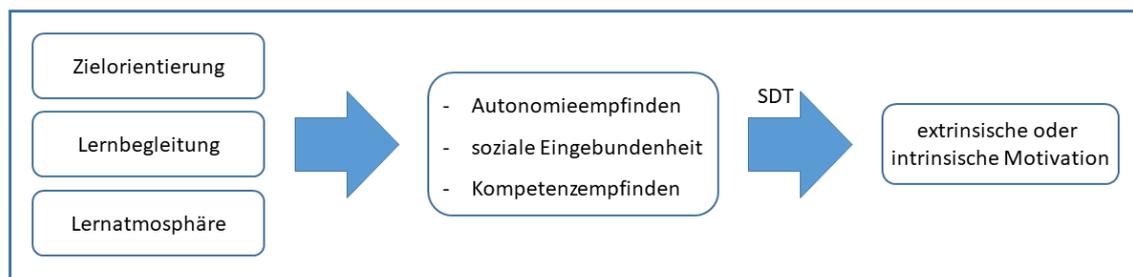


Abbildung 17: Darstellung des Einflusses der Unterrichtsmerkmale auf die grundlegenden Bedürfnisse der Schülerinnen und Schülern nach der Selbstbestimmungstheorie (SDT) und deren Einflüsse auf ihre Motivation.

Durch die Vorgabe der zugrunde liegenden Theorie anhand der Unterrichtsmerkmale orientiert sich die Analyse an der *rule-example*-Strategie (Seidel, Blomberg & Renkl, 2013). Außerdem bewirkt die Analyse eines Microteaching-Settings im Vergleich zu einem Unterricht im Klassenzimmer eine weitere Vereinfachung. Dadurch reduziert sich nach der Kognitve-Load-Theory die Komplexität der Analyse (Kirschner et al., 2006), sodass die Studierenden nicht überfordert werden und die Ziele der Videoanalysen erreicht werden können.

##### 5. Einschränkungen bei der Analyse von Videos

*Welche Probleme und Einschränkungen sind bei der Analyse zu beachten? Wie viel Unterstützung bei der Analyse ist sinnvoll?*

Bei der Konzeption einer Videoanalyse müssen auch die Einschränkungen und Probleme einer Videoanalyse beachtet und den Studierenden kommuniziert werden (Seidel et al., 2013):

Grundsätzlich bilden Videoclips Ausschnitte der Realität ab, da häufig die Kamera nur bestimmte Bereiche des Unterrichtsgeschehens einfangen kann und das Geschehen vor und nach dem gezeigten Videoclip nicht bekannt ist.

Die Betreuung im Lehr-Lern-Labor in Microteaching-Einheiten bietet da den Vorteil, dass die Kamera in der Totalen die Experimentierstationen aufnehmen kann, sodass immer alle Studierenden und alle Schülerinnen und Schüler zu sehen sind und somit keine Informationen verloren gehen. Informationen zu den Schülerinnen und Schülern oder mögliches Vorwissen, sofern es nicht in den Video gezeigt wurde, sind auch den Studierenden in der Analyse der Videos nicht bekannt. Teilweise können aber bei den Durchführungen der Betreuungen Schülerinnen und Schüler an anderen Stationen

beobachtet werden, sodass das Experimentierverhalten und teilweise auch das Fachwissen vor und nach der Bearbeitung an der eigenen Station erkannt wird und bei der Videoanalyse aufgegriffen wird.

Bei jeder Videoanalyse wird die Interpretation der Videos beeinflusst durch eigene didaktische Vorerfahrungen, Einstellungen oder Vorlieben, die von theoretischen Konstrukten oder empirisch gewonnenen Erkenntnissen abweichen können. Dies muss bei den Analysen im Lehr-Lern-Labor Seminar berücksichtigt werden. Die Einstellungen der Studierenden spielen nicht nur bei der Analyse von Videos, sondern beispielsweise auch bei der Interpretation von Transkripten, eine wichtige Rolle.

Letztlich spricht Blomberg et al. (Blomberg et al., 2014) in ihrem Artikel an, dass auch kurze Videoclips vor allem Studierende schnell überlasten können. Häufig wissen sie nicht, was beachtet werden soll und können wichtiges von unwichtigem nicht trennen. Deshalb ist es wichtig, dass der Fokus beim Betrachten der Videos klar vorgegeben wird. In den Videoanalysen im Seminar werden die Videoclips basierend auf Aspekte von Unterrichtsmerkmalen analysiert. Die Studierenden betrachten und bewerten die Videos fragenbasierend. Somit ist ein spezieller Fokus gegeben und die Studierenden können sich auf relevante Aspekte konzentrieren. Zusätzlich sind die Videos im Seminar in dem Sinne komplexitätsreduziert, da Betreuungen an Experimentierstationen gezeigt werden und somit stets das gleiche didaktische Grundkonzept betrachtet wird. Außerdem muss nicht eine ganze Klasse überblickt werden, sondern nur eine kleine Gruppe von 3-5 Schülerinnen und Schülern.

## 6. Messung des Lernzuwachses

*Passt die Messung des Lernzuwachses zur Videoanalyse?*

Mit Hilfe des Observer-Tools (Seidel et al., 2010a) wird die Entwicklung der PU der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar gemessen. Dabei bewerten die Studierenden sechs 3-5 minütige Videoclips anhand von vorgegebenen Items bezogen auf Unterrichtsmerkmale, die in der Videoanalyse angesprochen werden. Weitere Details zum Messinstrument findet man im Abschnitt 6.2.1. Diesbezüglich stellt das videobasierte Observer-Tool mit dem Bezug auf die Unterrichtsmerkmale eine sinnvolle Verbindung zur Videoanalyse dar. Das Messinstrument zeigt Videoausschnitte von alltäglichem Unterricht, welcher sich nur in zwei der sechs Videoclips auf Physikunterricht bezieht. Die Studierenden müssen somit ihre Unterrichtswahrnehmung an fremden Videos testen, die keine Betreuungen an Experimentierstationen zeigen. Somit wird durch diesen Test ein Transfer der Erkenntnisse aus den Videoanalysen verlangt.

#### 4.5.2 Detaillierter Ablauf einer Videoanalyse-Einheit

Zur effektiven Gestaltung einer Videoanalyse sind einige Punkte bezüglich des Aufbaus und des Inhalts zu beachten. Zur Gestaltung der Videoanalyse im Lehr-Lern-Labor Seminar orientierte man sich an van Es et al.'s (2014) Vorgehensweise. Sie formulierte zusammen mit ihren Kolleginnen und Kollegen Aspekte zur effektiven Gestaltung einer Videoanalyse.

##### Vorbereitung:

Zur Vorbereitung einer Analysestunde werden für jeden Teilnehmer mindestens ein Videoclip seiner Betreuung aus der letzten Lehr-Lern-Labor Durchführung erstellt. Es wird vorweg festgelegt, welches Unterrichtsmerkmal anhand der Videos diskutiert wird. Zum entsprechenden Unterrichtsmerkmal werden vorab Fragen formuliert und für jeden Studierenden mitgebracht.

##### Durchführung:

Zu Beginn wird jeder Teilnehmerin oder jedem Teilnehmer ein Analysebogen ausgehändigt, der Fragen zum entsprechenden Unterrichtsmerkmal beinhaltet (siehe Anhang A3). Anhand der Fragen werden vor der ersten Analyse eines Videos Aspekte des Unterrichtsmerkmals, die in Verbindung der einzelnen Videos zu beantworten sind, in der Gruppe angesprochen, damit die Studierenden auf die Fragen und auf das Unterrichtsmerkmal fokussiert werden. Anschließend wird ein Videoclip eines Kommilitonen zusammen betrachtet. Die Länge der Videos variiert zwischen drei und sieben Minuten und beinhaltet Vorinformationen zu vorherigen Versuchsabschnitten oder gibt Hinweise, falls ein Zeitsprung gemacht wurde. Danach kann der betroffene Studierende zusätzliche Hinweise oder eigene erste Kommentare zum Video äußern, bevor anschließend jeder Studierende die Fragen bezogen auf das Video selbstständig beantwortet. Währenddessen wird das Video wiederholt abgespielt. Zuletzt werden die Antworten in der Gruppe diskutiert. Dies ist vermutlich der fruchtbarste Teil der Analyse, da hier die relevanten Szenen angesprochen und verglichen werden und die Aspekte des Unterrichtsmerkmals und die *Reasoning*-Aspekte der Unterrichtswahrnehmung ausgetauscht und von den Studierenden bewertet werden. Damit die Analyse möglichst effektiv wird, ist eine Unterstützung des Dozenten notwendig (van Es et al., 2014). In Anlehnung an van Es et al.'s (2014) Vorgehensweisen für Videoanalysen gibt es für den Dozenten Möglichkeiten, die Aktivität in jener Phase der Videoanalyse hoch zu halten. Beispielsweise kann vom

Dozenten die Aufmerksamkeit auf bestimmte Aktionen der Lehrkraft oder der Schülerinnen und Schülern gelenkt werden, die von den Studierenden entweder nicht angesprochen wurden oder die genauer diskutiert werden sollten. Falls Interpretationen einer Szene ausbleiben, kann der Dozent seine eigene Meinung vorgeben, die anschließend in der Gruppe diskutiert werden kann. Ziel der Analyse ist es eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis herzustellen. Deshalb ist zu beachten, dass einerseits der Fokus bei den Videos bleibt aber gleichzeitig auch nicht die theoretischen Aspekte der Unterrichtsmerkmale außer Acht gelassen werden. Findet eine Diskussion statt, so sollte sich der Dozent zunächst zurückhalten, damit die Studierenden ihre Interpretationen äußern können. Außerdem sollte der Dozent darauf achten, möglichst alle in die Diskussion mit einzubeziehen. Insgesamt wird diese Routine pro Treffen ca. viermal angewendet wobei darauf geachtet wird, dass der Ablauf stets gleich gehalten wird.

In der letzten Videoanalyse-Stunde werden pro Video alle drei Unterrichtsmerkmale einbezogen. Da dies mit einem offenen Antwortverfahren sehr aufwendig werden kann, sollen die Studierenden die Videos mit Hilfe vorgegebener Items auf einer vierstufigen Likert-Skala bewerten (siehe Anhang A3). Die Antworten werden analog zu den vorherigen Analysen nach jedem Video in der Gruppe diskutiert.



## 5 Forschungsfragen und Hypothesen

Der Fokus der vorliegenden Arbeit beruht auf der Professionellen Unterrichtswahrnehmung der Physik-Lehramtsstudierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar an der Universität Würzburg besuchen. Wie im Theorieteil der Arbeit erwähnt, gilt sie als eine zentrale Fähigkeit einer Lehrkraft, kompetent im Unterricht zu handeln, da sie als Vermittler zwischen dem theoretischen Wissen und dem Handeln einer Lehrkraft fungiert. Studien zeigten, dass diese Fähigkeit auch schon in der universitären Ausbildung gefördert werden kann. Die Fähigkeiten relevante Unterrichtssituationen zu erkennen (*Noticing*) und zu bewerten (*Reasoning*) können hierbei durch Reflexionsprozesse eingeübt werden.

Stürmer formuliert in ihrer Arbeit die Forderung nach der Erforschung der „... Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Rahmen der Lehrerbildung durch die Kombination mit Praxiserfahrungen ...“ (Stürmer, 2011; S. 24). Dabei könnte das Lehr-Lern-Labor Seminar in Verbindung mit der PU diese Verzahnung aufgreifen, da im Seminar durch die mehrmaligen Betreuungen und Reflexionsprozesse die Möglichkeit besteht, die PU intensiv zu schulen. Da das *Reasoning* in die Dimensionen *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen* unterteilt werden kann, beschäftigt sich diese Arbeit einerseits mit der Entwicklung der PU der Studierenden als Gesamtkompetenz und andererseits mit der Entwicklung der einzelnen Dimensionen als Teilkompetenzen.

Für die vorliegende Arbeit ergeben sich folgende Forschungsfragen und Hypothesen:

- 1) Wie entwickeln sich die PU als Gesamtfähigkeit, sowie die einzelnen Dimensionen des *Reasoning* der Physik-Lehramtsstudierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen?

### Hypothese:

Bedingt durch die mehrmaligen Reflexionsprozesse entwickelt sich die PU der Lehramtsstudierenden in der Gesamtkompetenz und speziell die Fähigkeit des Beschreibens, da jene als eher intuitiv und nicht theoriebasiert betrachtet werden kann. Da die Komponenten *Erklären* und *Vorhersagen* verstärkt vernetzte Wissensstrukturen voraussetzen und bei den schriftlichen sowie mündlichen Reflexionen keine zugrunde liegenden Theorien für diese Verknüpfungen aufgegriffen werden, wird eine Entwicklung dieser Komponenten nicht erwartet.

Wie in Abschnitt 3.5 und 4.4 vorgestellt, zeigten Studien, dass Videoanalysen von Unterrichtsszenen die Fähigkeit der PU von Studierenden fördern kann. Betrachtet wurden meist reale Unterrichtsszenen fremder Lehrkräfte. Inwieweit Videoanalysen von Microteaching-Settings aus dem Lehr-Lern-Labor die PU der Studierenden schulen kann, wurde bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht untersucht. Um diesen möglichen Mehrwert des Seminars zu untersuchen, wurde die Hälfte der Studierenden videografiert, sodass sie ihre eigenen Betreuungen und die der Kommilitonen analysieren können. Daraus resultiert folgende Fragestellung und Hypothese:

- 2) Wie entwickeln sich die PU als Gesamtfähigkeit, sowie die einzelnen Dimensionen des *Reasoning* der Physik-Lehramtsstudierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen und zusätzlich zwischen den Besuchen der Schulklassen an vier Terminen Videoclips der eigenen Betreuungen und die ihrer Kommilitonen analysieren?

Hypothese:

Es wird erwartet, dass sich die PU als Gesamtfähigkeit und auch die drei Teildimensionen bedingt durch die theoriebezogenen Analysen verbessern. Besonders wird eine stärkere Entwicklung bezüglich der theoriebezogenen Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* im Vergleich zur LLL-Gruppe ohne Videoanalysen erwartet.

Einzelne Studien untersuchten neben der Teilnahme an Videoanalyse-Kursen weitere Einflussfaktoren auf die Entwicklung der PU von Studierenden. Dabei wurden beispielsweise personenspezifische Merkmale, der Einfluss des Interesses am pädagogischen Themengebiet, sowie Unterrichtserfahrung oder der Einfluss von theoretischem Wissen untersucht. Es zeigten sich übereinstimmende aber auch widersprüchliche Ergebnisse. In dieser Arbeit werden die Einflüsse der Unterrichtserfahrung der Studierenden, sowie das Alter, die Semesterzugehörigkeit, die Abiturnote und das Geschlecht auf die PU der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar untersucht. Es ergeben sich folgende Fragestellung und Hypothese:

- 3) Welche zusätzlichen Einflussfaktoren neben der Gruppenzugehörigkeit erklären die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit und die Entwicklung der drei Dimensionen des *Reasoning* der Studierenden aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe?

Hypothese:

Im Rahmen der Schemata-Theorie konnte gezeigt werden, dass durch Erfahrung aufgebaute Schemata sowie Filtermechanismen die Wahrnehmung beeinflussen, da durch Erfahrung das *Noticing* und dann im zweiten Schritt auch das *Reasoning* aktiviert wird. Somit wird erwartet, dass die Unterrichtserfahrung die Entwicklung der PU der Studierenden positiv beeinflusst. Bezüglich der drei Teildimensionen erwartet man einen Einfluss der Unterrichtserfahrung auf die eher intuitiv ausgeführte Dimension des Beschreibens. Die anderen Dimensionen werden weniger beeinflusst, da wiederum der Theoriebezug fehlt. Das Geschlecht und die Abiturnote sollten keinen Einfluss auf die Entwicklung der PU ausüben (vgl. (Stürmer et al., 2014)). Auch das Alter sollte im Vergleich zur Semesterzugehörigkeit keinen Zusammenhang zeigen. Letzteres könnte bedingt durch die besuchten pädagogischen Kurse und Praktika einen positiven Effekt auf die Gesamtfähigkeit und auch auf die Dimensionen des *Reasoning* ausüben. Insgesamt sollten die Studierenden aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe ähnlich positive Zusammenhänge bezüglich der Unterrichtserfahrung und der Semesterzugehörigkeit zeigen. Die anderen Prädiktoren sollten in beiden Gruppen keine Einflüsse zeigen.

Noch weitgehend ungeklärt ist der Zusammenhang zwischen dem physikdidaktischem Wissen der Physik-Lehramtsstudierenden und ihrer PU, sowie dem Fachwissen und ihrer PU. Im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars wird dieser Zusammenhang untersucht:

- 4) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Änderung des didaktischen Wissens sowie des Fachwissens der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar mit der Änderung ihrer PU und den drei Dimensionen des *Reasoning*?

Hypothese:

Studien beschäftigten sich zwar mit dem Zusammenhang zwischen dem pädagogischen Wissen und dem fachdidaktischen Wissen von Physik-Lehrkräften (Kirschner, Borowski & Fischer, 2012) bzw. Physik-Lehramtsstudierenden (Sorge, Kröger, Petersen & Neumann, 2017) und haben diesbezüglich einen positiven Zusammenhang feststellen können, einen Zusammenhang zwischen der PU als Indikator von pädagogischem Wissen und dem didaktischen Wissen von Physik-Lehramtsstudierenden wurde bisher jedoch noch nicht untersucht.

Trotz des positiven Zusammenhangs im Grundschulbereich (Meschede et al., 2017) wird im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars kein Zusammenhang zwischen der Änderung der PU und der Dimensionen des *Reasoning* und der Änderung des didaktischen Wissens der Studierenden vermutet. Auch die Änderung des Fachwissens als eine vom pädagogischen Wissen getrennte Dimension (Kunter et al., 2011) sollte keinen Zusammenhang zur Änderung der PU und der Dimensionen des *Reasoning* zeigen.

## 6 Methodisches Vorgehen

Im folgenden Kapitel wird die Durchführung der experimentellen Studie beschrieben. Dazu wird geschildert, wie das Lehr-Lern-Labor Seminar in die wissenschaftliche Studie integriert wurde (Abschnitt 6.1). Anschließend wird in Abschnitt 6.2 das Messinstrument „Observer“ zur Messung der professionellen Unterrichtswahrnehmung vorgestellt sowie die Messinstrumente zur Messung des didaktischen Wissens und des Fachwissens der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar. Im Anschluss werden die Stichprobe (Abschnitt 6.3) und die Analyseverfahren (Abschnitt 6.4) zur Beantwortung der Forschungsfragen beschrieben.

### 6.1 Das Studiendesign

Im Folgenden wird das Studiendesign dieser experimentellen Studie vorgestellt. Da sich die Studie mit der Entwicklung der PU im Lehr-Lern-Labor Seminar beschäftigt, wird zunächst nochmals auf den Ablauf des Seminars eingegangen.

Das Seminar unterteilt sich in die Vorbereitungs- und Praxisphase und wird von Physik-Lehramtsstudierenden für Realschulen und Gymnasien besucht. In der zehnwöchigen Vorbereitungsphase entwickeln die Studierenden, angeleitet von zwei Dozenten, in Zweiergruppen Experimentierstationen zu einem vorgegebenen Themengebiet aus den Lehrplänen der bayerischen Gymnasien und Realschulen. Insgesamt entstehen abhängig vom Themengebiet und der Anzahl der Teilnehmer ca. 10 Stationen. Am Ende der Vorbereitungsphase testen die Studierenden ihre Stationen gegenseitig und geben Rückmeldung. Außerdem begründen die Studierenden ihre methodisch-didaktischen Überlegungen zu ihren Stationen schriftlich.

In der anschließenden fünfwöchigen Praxisphase betreuen die Studierenden mehrmals Schülerinnen und Schüler an ihrer Experimentierstation. Dazu besuchen 4-5 Schulklassen (eine pro Woche) das Lehr-Lern-Labor an der Universität Würzburg und durchlaufen die Stationen in ca. vier Stunden in Gruppen von 3-5 Schülerinnen und Schülern. Dabei haben sie pro Station ca. 20 Minuten Zeit, den Arbeitsauftrag zu bearbeiten.

Direkt nach jedem Besuch einer Schulklasse reflektieren die Studierenden im Plenum mit den Dozenten ihre Beobachtungen. Außerdem halten sie nach der ersten und nach der letzten Durchführung ihre Erfahrungen schriftlich in ihren Logbüchern fest. Zwischen den Durchführungen haben die Studierenden eine Woche lang die Gelegenheit, ihre Stationen zu verbessern.

Unter Berücksichtigung der theoretischen Grundlagen und den beschriebenen Studien, werden zusätzlich die Hälfte der Studierenden während ihrer Betreuungen videografiert (vgl. Abschnitt 4.5). Aus dem Videomaterial werden 4-7 minütige Videoclips erstellt, die von den videografierten Studierenden vor der nächsten Durchführung analysiert werden. Nach der ersten Durchführung bezieht sich die Analyse auf das Unterrichtsmerkmal *Lernbegleitung*. Nach der zweiten Durchführung beziehen sie sich auf das Unterrichtsmerkmal *Lernatmosphäre* und nach der dritten Durchführung auf die *Zielorientierung*. Im Anschluss der vierten Durchführung werden nochmals alle Unterrichtsmerkmale aufgegriffen und anhand neu erstellter Videoclips wiederholt (siehe Abbildung 18).

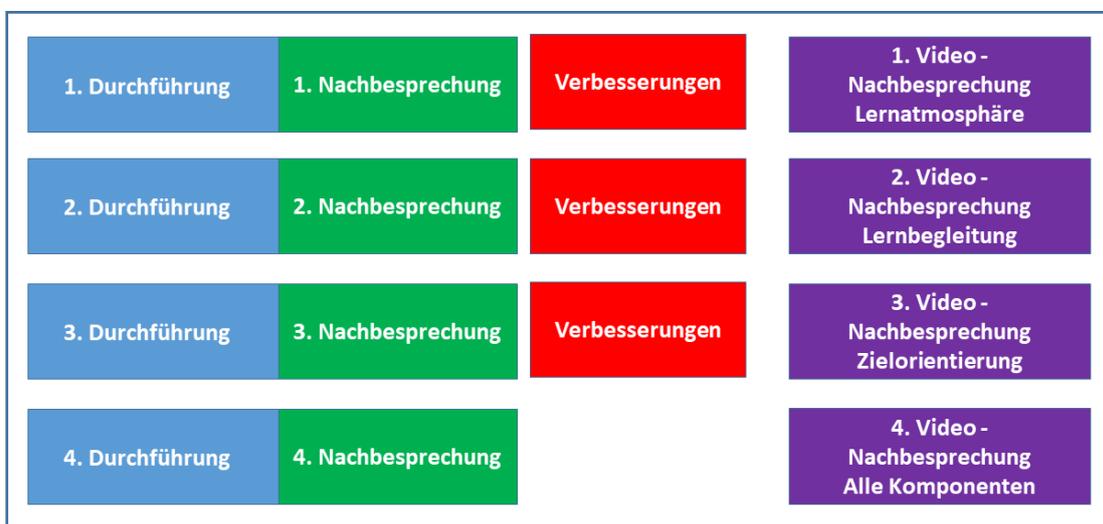


Abbildung 18: Überblick über den Ablauf der Praxisphase im Lehr-Lern-Labor Seminar. Direkt nach den Durchführungen finden die Nachbesprechungen statt. Anschließend können die Studierenden ihre Stationen verbessern. Für die Hälfte der Studierenden finden zwischen den Durchführungen Videoanalysen auf Grundlage der Unterrichtsmerkmale statt.

Durch dieses Vorgehen entstehen im Lehr-Lern-Labor Seminar zwei Gruppen, die bezüglich der Entwicklung ihrer PU untersucht werden können:

- **LLL-Gruppe:** Studierende, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen und nicht anhand der Videoclips analysieren
- **LLLV-Gruppe:** Studierende, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen und zusätzlich anhand der Videoclips analysieren

Die Studierenden wurden zufällig auf die beiden Gruppen verteilt. Die Entwicklung der PU der Studierenden wird mit Hilfe des Observer-Tools im Pre-Post-Design gemessen. Mit dem Instrument lässt sich die PU als Gesamtfähigkeit und auch die drei Dimensionen des *Reasoning* getrennt messen. Weiteres zum Messinstrument wird in Abschnitt 6.2 beschrieben. Damit man die Entwicklung der PU der Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar zuschreiben kann, wurde eine dritte Gruppe aufgenommen. Diese Baseline besteht aus Physik-Lehramtsstudierenden für Realschulen und Gymnasien, die in ähnlichen Semestern sind, wie die Studierenden im Seminar (siehe hierzu Abschnitt 6.3), jedoch dieses noch nicht besucht haben.

- **Baseline:** Studierende, die das Lehr-Lern-Labor Seminar noch nicht besucht haben

Durch das Kontrollgruppen-Design lässt sich die Entwicklung der PU der Studierenden in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe auf die Entwicklung der PU der Studierenden in der Baseline beziehen. Unterschiede in der Entwicklung der PU lassen sich so tatsächlich auf die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar zurückführen, da man nun auf mögliche Störeinflüsse kontrollieren kann. Die Studierenden aus der Kontrollgruppe werden für die Studie nicht nochmals beachtet, wenn sie das Lehr-Lern-Labor besuchen, sodass es zu keinen Lerneffekten bezüglich des Observer-Tests kommen kann. Eine Übersicht über das Studiendesign zeigt Abbildung 19.

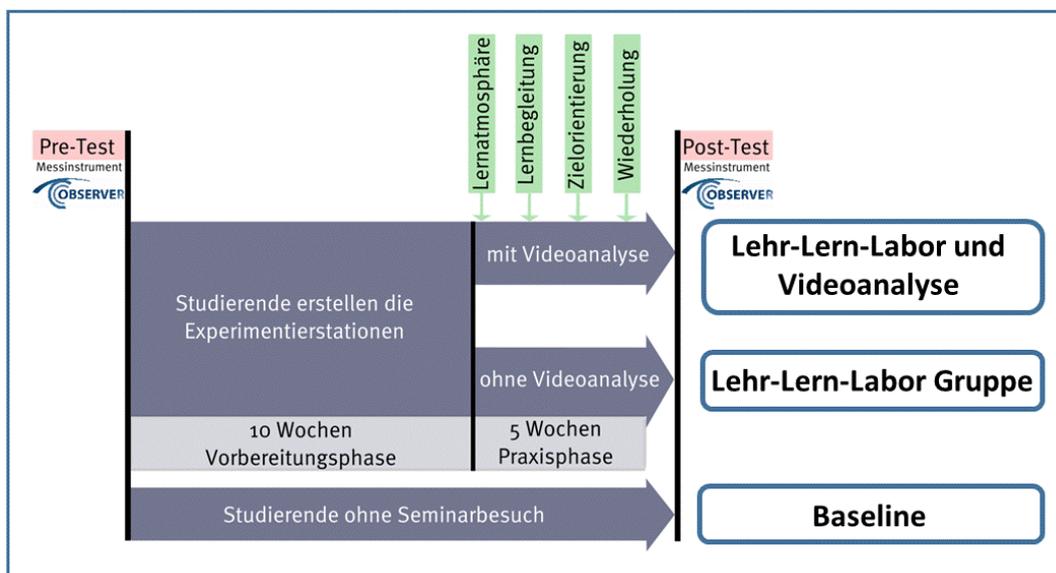


Abbildung 19: Überblick über das Studiendesign: Abgebildet sind die drei Gruppen, die Unterrichtsmerkmale, die Grundlage der Videoanalysen sind, die zwei Phasen des Seminars und das Messinstrument „Observer“, das im Pre-Post-Design eingesetzt wurde.

### Mögliche Einflussfaktoren auf die PU

Die Nutzung von Lerngelegenheiten ist stark von den individuellen Voraussetzungen der Studierenden abhängig (Kunina-Habenicht, 2013). Gemeint sind kognitive Leistungsvoraussetzungen (meist gemessen durch die Abiturnote) und pädagogische Vorerfahrungen (z.B. durch Nachhilfe oder Jugendarbeit). Deshalb ist es sinnvoll neben der Gruppenzugehörigkeit noch weitere Prädiktoren aufzunehmen, die die Entwicklung der PU erklären könnten. Berücksichtigt wurden die Personenmerkmale Alter, Geschlecht, Semester, Abiturnote und Unterrichtserfahrung. Die Unterrichtserfahrung bezieht sich auf Schulpraktika oder Aushilfstätigkeiten an der Schule. Gewertet wird auf einer vierstufigen Skala von „wenig“ über „eher wenig“, „eher viel“ bis „viel“.

Durch diese Auswahl an Prädiktoren besteht die Möglichkeit, die Ergebnisse der Studie mit vorherigen Studien zu vergleichen. Bei einem Vergleich muss natürlich beachtet werden, dass die zugrunde liegenden Interventionen verschieden sind. Gold et al. (2013), untersuchte die Förderung der professionellen Wahrnehmung unter Berücksichtigung klassenführungsrelevanter Ereignisse anhand von Unterrichtsvideos aus dem Grundschulunterricht unter Berücksichtigung der unabhängigen Variable Semesterzugehörigkeit. Das grundlegende Unterrichtsmerkmal und die Zielgruppe unterscheiden sich zu denen in dieser Studie. Die Studie von Stürmer et al. (2014) berücksichtigte den Einfluss der Abiturnote auf die PU von Lehramtsstudierenden, die eine Veranstaltung zum Thema „Lehren und Lernen“ besuchten. Vergleichbar ist hierbei, dass gleiche Unterrichtsmerkmale diskutiert werden, jedoch gibt es in jenem Kurs keinen Praxisbezug. Trotzdem beziehen sich alle Untersuchungen auf die PU von Lehramtsstudierenden, sodass ein Vergleich unter der Beachtung der Unterschiede sinnvoll ist.

### Der Zusammenhang zwischen Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und der PU

Eine Studie von Kirschner und Kollegen, die sich mit dem Fachwissen (CK), fachdidaktischem Wissen (PCK) und pädagogischem Wissen (PK) von Physik-Lehrkräften beschäftigten, konnten positive Korrelationen zwischen dem CK und dem PCK sowie zwischen dem PCK und dem PK nachweisen (Kirschner et al., 2012). Lehrkräfte mit hohem Fachwissen zeigten auch hohes fachdidaktisches Wissen. Genauso positiv, jedoch weniger stark war der Zusammenhang zwischen dem PCK und dem PK. Zwischen dem CK und dem PK wurde kein Zusammenhang festgestellt. Bei Physik-Lehramtsstudierenden zeigen sich in der Studie von Sorge et al. (2017) hohe Korrelationen zwischen dem PK und dem TSPK. Das TSPK entspricht dem grundlegenden fachdidaktischen Wissen, welches in der Universität vermittelt wird,

also dem Wissen über didaktische Inhalte. Zwischen dem CK und dem TSPK sowie zwischen dem CK und dem PK ergaben sich mittlere positive Zusammenhänge (Sorge et al., 2017). Alle drei Dimensionen sind wissensbasiert. Die PU als Indikator für die Anwendung von PK steht zwischen dem Wissen und dem Handeln. Es stellt sich die Frage, ob die PU als anwendungsbezogenes Konstrukt Zusammenhänge zum CK oder zum TSPK der Studierenden zeigt. Zur Beantwortung der Frage wurden der Fachdidaktik-Test und der Fachwissenstest von Sorge et al. (2017) in die Studie aufgenommen (siehe Abschnitt 6.2.2).

## 6.2 Die Messinstrumente

In der vorliegenden Studie wird die Professionelle Unterrichtswahrnehmung der Physik-Lehramtsstudierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar gemessen. Als Messinstrument wird das „Observer-Tool“ eingesetzt, welches von Seidel et al. an der TU München entwickelt wurde (Jahn, 2014; Seidel & Sturmer, 2014; Stürmer & Seidel, 2017). Das Messinstrument wird in Abschnitt 6.2.1 beschrieben. Zusätzlich werden das didaktische Wissen und das Fachwissen der Studierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen, abgefragt. Die diesbezüglichen Messinstrumente wurden von Neumann et al. am IPN Kiel entwickelt. Beschrieben werden die Tests in Abschnitt 6.2.2.

### 6.2.1 Das Observer-Tool

Zur Messung der PU wird das Observer – Tool (Seidel et al., 2010a; Seidel & Sturmer, 2014) eingesetzt. Dies ist ein online basiertes Messinstrument, welches sechs zwei- bis vierminütige Videoclips von authentischem Unterricht der Fächer Physik (zweimal), Mathematik (zweimal), Geschichte und Französisch der 8. oder 9. Jahrgangsstufe zeigt. Zu jedem Videoclip gibt es Vorinformationen bezüglich der Jahrgangsstufe, des Unterrichtsfachs und des Themas der Stunde. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Videos mehrfach anzusehen. Jeder Videoclip basiert auf zwei der drei Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre* (siehe Abschnitt 3.4.2). Die Videos werden auf einer vierstufigen Likert-Skala mit den Kategorien „Trifft nicht zu“, „Trifft eher nicht zu“, „Trifft eher zu“ und „Trifft zu“ (mit der weiteren Wahlmöglichkeit „keine Ahnung“) anhand von insgesamt 216 Items bewertet. Pro Videoclip werden 36 Items eingesetzt, wobei sich je 18 Items auf eine der zwei Unterrichtsmerkmale beziehen. In jedem Videoclip werden alle drei Komponenten des *Reasoning* abgedeckt. Insgesamt wurden 54 verschiedene Rating-Items entwickelt, die im Test viermal eingesetzt werden. Die Nennungen werden mit einer Expertennorm verglichen, wobei eine Übereinstimmung mit „1“ kodiert wird, ansonsten mit „0“. Drei

Experten wurden ausgewählt, die Erfahrung bei der Interpretation von Unterrichtsvideos und zu den zugrunde liegenden Theorien zum Lehren und Lernen haben. Die Übereinstimmung der Experten war mit einem durchschnittlichen Cohen's Kappa von  $\kappa = .79$  zufriedenstellend (Seidel et al., 2010a). Die richtigen Nennungen werden aufsummiert und das Testergebnis als Prozentwert richtiger Nennungen angegeben. Ergänzend wurden die Videos mit einem Test, der auf offene Frage basiert, bewertet. Die positiven Korrelationen zwischen diesem Test und der Variante mit den Test-Items zeigten, dass die Items die PU der Testpersonen adäquat darstellen kann (Schäfer & Seidel, 2015). Zusätzlich lassen sich die Ergebnisse auch basierend auf der Item-Response-Theorie als Personenmerkmale angeben, da die Items lokal stochastisch unabhängig und homogen sind (Seidel & Stürmer, 2014). Weiterhin wurde verglichen, ob die Unterscheidung zwischen „1“ Übereinstimmung mit Expertennorm und „0“ keine Übereinstimmung im Vergleich mit einer eher „weicheren“ Abstufung der Form „0“ Expertennorm und Tendenz nicht getroffen, „1“ Expertennorm nicht getroffen, jedoch die Tendenz und „2“ Expertennorm getroffen, reliabler sei. Es stellte sich heraus, dass die strengere Unterscheidung besser geeignet ist (Seidel & Stürmer, 2014).

Das Observer-Tool ist ein Messinstrument, welches die PU von (angehenden) Lehrkräften unter Berücksichtigung ihrer pädagogisch-psychologischen Kompetenzen misst. Da die PU als Bindeglied zwischen den Dispositionen und dem Handeln aufgefasst werden kann (Blömeke et al., 2015), testet dieses Messinstrument nicht das zugrunde liegende deklarative Wissen der Studierenden, sondern nähert sich durch den Bezug auf konkrete Unterrichtssituationen durch die Bewertung der Videoclips der Erfassung von verhaltensnahen Kompetenzen an (Seidel et al., 2010b; Jahn, 2014). Das Messinstrument ist standardisiert, sodass es die PU unabhängig vom Kontext des Seminars oder des beobachteten Unterrichts misst. Die Ergebnisse des Observer-Tests können somit im Gegensatz zu qualitativen Messungen nicht nur als Feedback für die Lehrkraft sondern auch als formative Messungen eingesetzt werden (Stürmer & Seidel, 2017). Abbildung 20 zeigt ein Screenshot des Tests. Die Bearbeitungszeit des Tests beträgt ungefähr 90 Minuten.

Bitte schätzen Sie folgende Aussagen in Bezug auf die Zielklärung durch den Lehrer im gesehenen Clip ein.

Bitte entscheiden Sie sich jeweils für eine Angabe.



	Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	k.A.
Der Lehrer verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern, was sie lernen sollen.	<input type="radio"/>				
Der Lehrer verweist auf das Thema der Stunde.	<input type="radio"/>				
Der Lehrer ordnet das Thema in einen übergeordneten Zusammenhang ein.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler haben eine Möglichkeit, ihr Vorwissen zum Thema zu aktivieren.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung des Themas für die eigene Person erkennen.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler können die Ziele des Lehrers für sich als eigene Lernziele übernehmen.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler können ihren Lernprozess auf das Lernziel ausrichten.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler können sich auf das Thema einlassen.	<input type="radio"/>				
Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, sich auf das, was kommt, einzulassen.	<input type="radio"/>				

[Weiter](#)

Abbildung 20: Beispielbild des Observer-Tools. Abgebildet sind ein Standbild eines Videoclips und die zu bewertenden Items.

### Validität und Reliabilität

Das Messinstrument wurde von der Arbeitsgruppe um Frau Prof. Seidel (TU München) in mehreren Studien auf Validität und Reliabilität getestet.

Jahn (2014) konnte in ihrer Validierungsstudie zeigen, dass der Observer die PU als Gesamtfähigkeit empirisch abbildet. Zusätzlich stellte sich heraus, dass der Test die Dimensionen *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen* als Aspekte professioneller Unterrichtswahrnehmung erfasst.

### Inhaltsvalidierung:

Drei Validierungsstudien wurden durchgeführt, um zu untersuchen, ob die Videos die Unterrichtsmerkmale abbilden und inhaltlich valide sind (Seidel & Stürmer, 2014; Seidel et al., 2010a). In den Studien zeigte sich, dass die verwendeten Videos repräsentativ für die Unterrichtsmerkmale sind und als authentische Beispiele für den Unterricht gesehen werden können. Außerdem sind die Videoclips für die Betrachter aktivierend, jedoch nicht zu komplex, um sie nicht zu überfordern (Seidel et al., 2010a;

Stürmer & Seidel, 2017). Auch die Rating-Items wurden als valide und „sehr unterstützend für die Analyse von Unterricht empfunden“ (Seidel et al., 2010a). Diese wurden so ausgewählt, dass sie einerseits deklaratives Wissen zu den Unterrichtsmerkmalen abdecken und andererseits die drei *Reasoning* Komponenten berücksichtigen. Items zur Dimension *Beschreiben* beziehen sich auf die Fähigkeit, die Beobachtung auf das richtige Unterrichtsmerkmal zu beziehen und jene richtig zu beschreiben. Items zur Dimension *Erklären* beziehen sich auf die Fähigkeit, die Beobachtung mit dem Wissen zum Unterrichtsmerkmal zu verknüpfen und Items zur Dimension *Vorhersagen* beziehen sich auf die Fähigkeit, Konsequenzen über das Lernen der Schülerinnen und Schüler abzuleiten.

Konstruktvalidierung:

Seidel und Stürmer (2014) zeigten in ihrer Skalierungsstudie, dass das Instrument die dreidimensionale Struktur der PU im Vergleich zu einer zwei- bzw. eindimensionalen Struktur am besten abbildet (mögliche Konstrukte siehe Abbildung 21). Auch über Universitätsstandorte hinweg zeigte eine Validierungsstudie bei einer heterogenen Stichprobe gleiche Ergebnisse (Jahn et al., 2014). Resultierend daraus wird beim Observer-Tool zu jeder Dimension des *Reasoning* ein Testergebnis angegeben. Da sich bei Reliabilitätsprüfungen beim eindimensionalen Modell die besten Werte ergaben, wird auch das Gesamtergebnis zur PU errechnet.

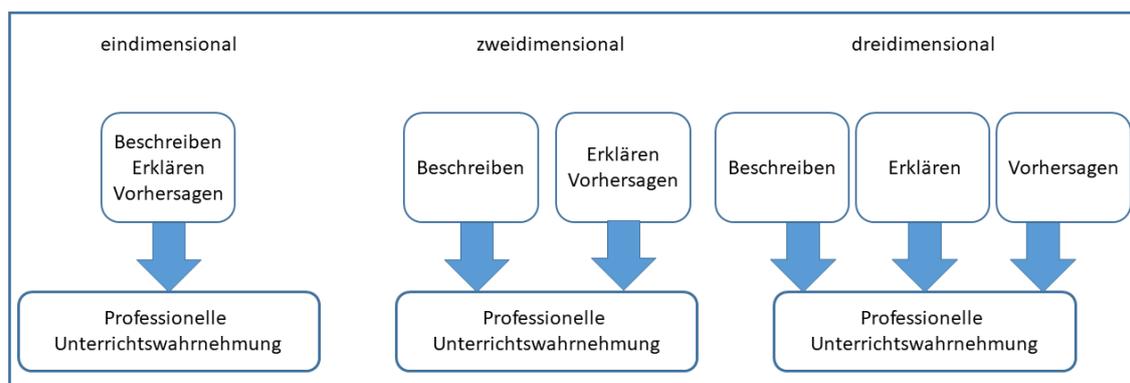


Abbildung 21: Untersuchte Konstrukte der PU in der Skalierungsstudie (vgl. Seidel und Stürmer, 2014).

### Einsatz des Observer-Tools bei Messwiederholung / Reliabilität

Studien zeigten, dass der Observer keine Lerneffekte aufzeigt (Stürmer et al., 2012; Stürmer et al., 2013; Seidel & Stürmer, 2014). Somit eignet er sich für Untersuchungen im Pre-Post-Design, sodass sich Entwicklungen in der PU messen lassen (Stürmer et al., 2012; Stürmer et al., 2013). Außerdem ließ sich nachweisen, dass der Observer sensibel auf verschiedenste Interventionen reagiert (Kurse mit Video-Analysen, Kurse ohne Videoanalysen aber mit Aufbereitung der zugrunde liegenden pädagogischen Theorien), sodass er für die Messung der PU in verschiedenste Kurse an der Universität eingesetzt werden kann (Stürmer et al., 2012). Zusätzlich zeigten Seidel und Stürmer (2014) in ihrer Skalierungsstudie, dass sich bei Messwiederholungen ohne Intervention die Messergebnisse nicht ändern, sodass man von einem reliablen Messinstrument ausgehen kann.

### Abhängigkeit des Testergebnisses vom Unterrichtsfach

Weiterhin zeigten Testergebnisse in der Untersuchung von Blomberg et al. (2011), dass der Observer keine Unterschiede aufgrund des Faches der Lehrkraft zeigt. Lehrkräfte, die Sprachen unterrichteten, waren in ihrer Studie auch bei der Beurteilung von den Videoclips, die Physik- oder Mathematikunterricht zeigen leicht besser als Lehrkräfte, die die entsprechenden Fächer unterrichten. Studierende, die ihr Fach beobachten, waren im Interpretieren nicht besser. Begründet wurde das Ergebnis durch das allgemein höhere Interesse an pädagogischen Theorien der Lehrkräfte, die Sprachen unterrichten und durch die unterschiedliche fachspezifische Sozialisation. Außerdem zeigten alle Probanden bessere Ergebnisse im Interpretieren von Unterrichtsstunden in denen Sprachen unterrichtet wurden. Insgesamt zeigt sich, dass sich die Fähigkeit der PU in diesem konkreten Fall stark auf allgemein pädagogisches Wissen bezieht.

### Abhängigkeit des Testergebnisses von den Erhebungsbedingungen

Letztlich wurde untersucht, ob die Bearbeitung des Observer-Tools kontrolliert in einer Gruppe in der Universität oder von zuhause unterschiedliche Ergebnisse liefert (Jahn, Prenzel, Stürmer & Seidel, 2011). Es wurden keine signifikanten Unterschiede im Gesamtscore festgestellt.

### 6.2.2 Der Fachwissens- und Fachdidaktik-Test

Um mögliche Korrelationen zwischen dem Fachwissen, dem didaktischen Wissen und der PU der Studierenden festzustellen, werden ein Fachwissenstest und ein TSPK-Test (grundlegendes fachdidaktisches Wissen) eingesetzt, die von Neumann et al. entwickelt wurden (Sorge et al., 2017).

Beide Tests sind paper-pencil-Tests, die multiple-choice-Fragen, sowie schriftlich zu beantwortende Fragen beinhalten. Der TSPK-Test besteht aus 20 Fragen mit der Höchstpunktzahl von 20 Punkten, der in allen untersuchten Lehr-Lern-Labor Seminaren unabhängig vom gewählten Thema eingesetzt wurde. Die Fachwissens-Tests wurden an die entsprechenden fachlichen Inhalte der Lehr-Lern-Labor Seminare angepasst. Das heißt, dass Fragen zur Optik im Optik-Lehr-Lern-Labor Seminar gestellt wurden. Gleiches gilt für die Fragen zur Elektrizitätslehre und zur Wärmelehre. Die Tests besitzen 10 Fragen und somit auch maximal 10 Punkte, die erreicht werden konnten. Der Test zur Quantenphysik umfasste 6 Fragen und somit maximal 6 Punkte, der im Quantenphysik-Lehr-Lern-Labor eingesetzt wurde. Implementiert wurden der Pädagogik- und der TSPK-Test im Pre-Post-Design, damit auch die Änderung des Fachwissens und des didaktischen Wissens auf die Änderung der PU der Studierenden untersucht werden konnte.

Sorge et al. (2017) konnten zeigen, dass beide Messinstrumente das Wissen reliabel abbilden. Auch die Inhaltsvalidität konnte anhand von Expertenmeinungen und geführten Interviews bestätigt werden.

Die Testergebnisse aus dem Sommersemester 2015, aus dem Wintersemester 2015/2016 und aus dem Sommersemester 2016 wurden von Susan Fried erhoben, die diese für ihre Studie aufgenommen hat (Fried & Trefzger, 2017). Die Ergebnisse aus dem Wintersemester 2016/2017 und aus dem Sommersemester 2017 wurden nur für die vorliegende Studie erhoben.

## 6.3 Beschreibung der Stichprobe

Die deskriptive Analyse der an der Studie beteiligten Studierenden wird zunächst auf die Gesamtstichprobe und anschließend aufgeteilt auf die Erhebungssemester und auf die Gruppenzugehörigkeit bezogen. Berücksichtigt wurden die personenspezifischen Variablen Geschlecht, Alter, Abiturnote, Semester und die Studienrichtung.

### 6.3.1 Beschreibung der Gesamtstichprobe

Insgesamt beteiligten sich 74 Studierende an dieser Studie. Drei von den 74 Studierenden (zwei aus der Baseline und eine Person aus der LLL-Gruppe) wurden aus den Auswertungen ausgeschlossen, da sie keinen Post-Test zur PU durchgeführt haben. Somit wurden insgesamt 71 Studierende berücksichtigt. Das Durchschnittsalter beträgt 22,75 Jahre und entspricht dem typischen Altersdurchschnitt von Physik-Lehramtsstudierenden im entsprechenden Semester. Es zeigt sich mit 66,2% eine stärkere Beteiligung des männlichen Geschlechts an der Studie, was mit der Verteilung des Geschlechts bei den Neueinschreibungen an deutschen Hochschulen 2016 für das Lehramt (Bachelor, Lehramt für Sekundarstufe II) übereinstimmt (Düchs & Ingold, 2016). Das Seminar steht im Studienverlaufsplan im sechsten Semester, wobei der Mittelwert bei 5,49 liegt. Teilweise wird es von den Studierenden in der Regel ein Semester früher belegt, da es in jedem Semester angeboten wird. Die Verteilung der Studienrichtung zeigt, dass 84,5% der Studierenden das Lehramt für Gymnasien studieren. Die durchschnittliche Abiturnote liegt bei 1,95.

Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die Anzahl und den Anteil des Geschlechts und der Studienrichtung der Studierenden. Die Durchschnittswerte für das Alter, das Fachsemester und die Abiturnote sind nochmals in Tabelle 3 aufgelistet.

*Tabelle 1: Verteilung des Geschlechts der Gesamtstichprobe.*

	Anzahl	Anteil
männlich	47	66,2
weiblich	24	33,8

*Tabelle 2: Verteilung der Studienrichtung der Gesamtstichprobe.*

	Anzahl	Anteil
Gymnasium	60	84,5
Realschule	11	15,5

*Tabelle 3: Durchschnittswerte für Alter, Fachsemester und Abiturnote der Gesamtstichprobe.*

Alter	Fachsemester	Abiturnote
22,75	5,49	1,98*

\* = bezogen auf 69 Studierende, da zwei Personen keine Abiturnote angegeben haben

### 6.3.2 Die Stichprobe aufgeteilt auf die Erhebungssemester

Da sich die Studie über mehrere Semester erstreckte, muss überprüft werden, ob sich die Personenmerkmale über die Semester hinweg stark unterscheiden. Deshalb werden im Folgenden die oben genannten Personenmerkmale in die einzelnen Erhebungssemester aufgeteilt. Dabei werden zunächst nur die Studierenden betrachtet, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchten. Die Daten der Studierenden aus der Baseline werden im Anschluss gezeigt. Die Studie begann im Sommersemester 2015 und endete im Sommersemester 2017. Insgesamt wurden fünf Semester aufgenommen, wobei in diesem Zeitraum 52 Studierende das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchten. 19 Studierende befanden sich in der Baseline. Die Anzahl der Teilnehmer verteilten sich sehr ungleichmäßig auf die Erhebungssemester. Die Anzahl variierte zwischen 5 und 18 Personen (siehe Tabelle 4). Grund dafür sind die unterschiedlichen Studierendenzahlen der jeweiligen Jahrgänge und die Tatsache, dass das Lehr-Lern-Labor Seminar zwar in jedem Semester angeboten wird, jedoch im Sommersemester verpflichtend im Studienverlaufsplan integriert ist. Außerdem wurden Studierende, die in der Baseline waren nicht nochmals in die Studien aufgenommen, als sie das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchten.

Tabelle 4: Anzahl der Studierenden aus den Seminaren aufgeteilt in den Erhebungssemestern.

	Ge- samt	SoSe 2015 Optik	WS 2015/2016 Wärmelehre	SoSe 2016 Elektrizitätslehre	WS 2016/2017 Quanten- physik	SoSe 2017 Optik
Anzahl	52	18	10	9	5	10
Anteil in %	100	34,6	19,2	17,3	9,6	19,2

Die Verteilungen des Geschlechts, der Studienrichtung, des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote sind in Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 abgebildet.

Tabelle 5: Verteilung des Geschlechts der Studierenden aus den Seminaren.

	Gesamt		SoSe 2015		WS 2015/2016		SoSe 2016		WS 2016/2017		SoSe 2017	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
männlich	47	66,2	11	61,1	6	60	6	66,7	5	100	6	60
weiblich	24	33,8	7	38,9	4	40	3	33,3	0	0	4	40

# = Anzahl; % = Anteil

Tabelle 6: Verteilung der Studienrichtung der Studierenden aus den Seminaren.

	Gesamt		SoSe 2015		WS 2015/2016		SoSe 2016		WS 2016/2017		SoSe 2017	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Gymnasium	60	84,5	15	83,3	6	60	8	88,9	5	100	9	90
Realschule	11	15,5	3	16,7	4	40	1	11,1	0	0	1	10

# = Anzahl; % = Anteil

Tabelle 7: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote der Studierenden aus dem Seminar aufgeteilt auf die Erhebungssemester.

	Gesamt	SoSe 2015	WS 2015/2016	SoSe 2016	WS 2016/2017	SoSe 2017
	Alter	22,75	23,50	22,10	23,78	21,00
Semester	5,49	6,17	4,80	5,56	5,00	6,00
Abiturnote	1,95	2,06	2,23	2,31*	1,74	1,77

\* = bezogen auf 8 Studierende, da eine Person keine Abiturnote angegeben hat

Es zeigt sich über die Semester hinweg eine vergleichbare Verteilung des Geschlechts und der Studienrichtung. In jedem Semester besuchten mehr männliche Studierende das Seminar und die Teilnehmer studierten größtenteils das Lehramt für Gymnasien. Das Wintersemester 2016/2017 zeigt hierbei eine extreme Verteilung, da nur männliche Studierende teilnahmen und alle das Lehramt für Gymnasien studierten. Das Durchschnittsalter liegt zwischen 21,00 und 23,78 Jahren und ist somit vergleichbar. Der Durchschnittswert der Semesterzugehörigkeit variiert zwischen 4,80 und 6,17. Die Durchschnittswerte der Abiturnoten der Teilnehmer der einzelnen Semester variieren zwischen 2,31 und 1,74. Tendenziell zeigen die Studierenden aus dem Wintersemester 2016/2017 und dem Sommersemester 2017 leicht bessere Abiturnoten. Insgesamt zeigt sich, dass sich die Durchschnittswerte der Teilnehmer der Lehr-Lern-Labor Seminare aus den fünf Semestern nicht stark unterscheiden.

Die Semesterzugehörigkeit der Studierenden in den Gruppen variiert zwischen Sommersemester 2015 und Sommersemester 2017. Somit unterscheiden sich der dem Seminar zugrunde liegende fachliche Inhalt und daraus resultierend auch die Jahrgangsstufe der Schülerinnen und Schüler, die das Seminar in der Praxisphase besuchen. Der Ablauf und die Struktur des Seminars sind jedoch gleich, sodass alle Studierende die gleiche Vorbereitungszeit und die gleichen Betreuungszeiten hatten. Auch die Videoanalysen wurden strukturell gleich durchgeführt und hatten die gleichen

Unterrichtsmerkmale als theoretische Grundlage. Nach einer Studie von Bloomberg, Stürmer und Seidel (2011) sind unter Berücksichtigung der drei Unterrichtsmerkmale keine domänenspezifischen Effekte bezüglich der Entwicklung der PU zu erwarten. Somit erwartet man auch im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars durch die Vorgabe der verschiedenen fachlichen Inhalte bezüglich der Kompetenzentwicklung der PU keine Semestereffekte.

### 6.3.3 Verteilung der Stichprobe auf die Gruppenzugehörigkeit

#### Die Baseline

Die Baseline besteht aus Studierenden, die (noch) nicht das Lehr-Lern-Labor besucht haben. Aufgenommen in die Baseline wurden 10 Studierende im Wintersemester 2015/2016 und 9 im Sommersemester 2017. Die Personenmerkmale bezogen auf die Semesterzugehörigkeit sind in Tabelle 8, Tabelle 9 und Tabelle 10 dargestellt. Es zeigt sich, dass in beiden Semestern mehr männliche Studierende aufgenommen wurden und diese verstärkt das Gymnasiallehramt wählten. Im Wintersemester 2015/2016 sind es nur Studierende für das Lehramt an Gymnasien. Das Durchschnittsalter und die durchschnittliche Abiturnote sind in beiden Semestern nahezu gleich. Nur die durchschnittliche Semesterzugehörigkeit war im Wintersemester 2015/2016 mit 5,40 höher als im Sommersemester 2017 mit 4,67. Insgesamt zeigt sich, dass sich beide Semester zu einer Gesamtstichprobe für die Baseline zusammenfassen lässt.

Tabelle 8: Verteilung des Geschlechts der Studierenden in der Baseline.

	Gesamt		WS 2015/2016		SoSe 2017	
	#	%	#	%	#	%
männlich	13	68,4	6	60	7	77,8
weiblich	6	31,6	4	40	2	22,2

# = Anzahl; % = Anteil

Tabelle 9: Verteilung der Studienrichtung der Studierenden in der Baseline.

	Gesamt		WS 2015/2016		SoSe 2017	
	#	%	#	%	#	%
Gymnasium	17	89,5	10	100	7	77,7
Realschule	2	10,5	0	0	2	22,3

# = Anzahl; % = Anteil

*Tabelle 10: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote der Studierenden in der Baseline aufgeteilt auf die Erhebungssemester.*

	Gesamt	WS 2015/2016	SoSe 2017
Alter	22,74	22,80	22,67
Semester	5,05	5,4	4,67
Abiturnote	1,81	1,79 <sup>1)</sup>	1,83

1) bezogen auf 9 Studierende, da eine Person keine Abiturnote angegeben hat

Ein Hauptaspekt der Studie ist es, Gruppenunterschiede bezüglich der Entwicklung der PU zu beschreiben. Außerdem sollen in den Gruppen mögliche Einflussfaktoren auf die Entwicklung der PU gefunden werden. Mögliche Einflussfaktoren können auch die oben genannten Personenmerkmale darstellen. Deshalb werden nun diese in den jeweiligen Gruppen Baseline, LLL-Gruppe und LLLV-Gruppe dargestellt.

*Tabelle 11: Verteilung des Geschlechts aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit.*

	Gesamt		Baseline		LLL-Gruppe		LLLV-Gruppe	
	#	%	#	%	#	%	#	%
männlich	47	66,2	13	68,4	21	72,4	13	56,5
weiblich	24	33,8	6	31,6	8	27,6	10	43,5

# = Anzahl; % = Anteil

*Tabelle 12: Verteilung der Studienrichtung aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit.*

	Gesamt		Baseline		LLL-Gruppe		LLLV-Gruppe	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Gymnasium	60	84,5	17	89,5	23	79,3	20	87,0
Realschule	11	15,5	2	10,5	6	20,7	3	13,0

# = Anzahl; % = Anteil

*Tabelle 13: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit.*

	Gesamt	Baseline	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe
Alter	22,75	22,74	22,76	22,74
Semester	5,49	5,05	5,66	5,65
Abiturnote	1,98 <sup>3)</sup>	1,81 <sup>1)</sup>	2,01	2,09 <sup>2)</sup>

1) bezogen auf 18 Studierende, da eine Person keine Abiturnote angegeben hat

2) bezogen auf 22 Studierende, da eine Person keine Abiturnote angegeben hat

3) bezogen auf 69 Studierende, da zwei Personen keine Abiturnote angegeben haben

Bezüglich der Gruppenzugehörigkeit zeigt sich in der Baseline und in der LLL-Gruppe ein ähnlicher Anteil an männlichen und weiblichen Studierenden. In der LLLV-Gruppe ist der Anteil an weiblichen Studierenden leicht höher. Nochmals sei erwähnt, dass die Verteilung der Studierenden auf die LLL-Gruppe und auf die LLLV-Gruppe zufällig erfolgte. In allen drei Gruppen zeigt sich eine starke Tendenz zur gymnasialen Studienrichtung. Das Durchschnittsalter ( $F(2,68) = 0,001$ ;  $p = 0,999$ ,  $\eta^2 = 0,000$ ), das Durchschnittssemester ( $F(2,70) = 2,727$ ;  $p = 0,073$ ,  $\eta^2 = 0,074$ ) und die durchschnittlichen Abiturnoten ( $F(2,66) = 1,022$ ;  $p = 0,366$ ;  $\eta^2 = 0,030$ ) unterscheiden sich in allen drei Gruppen nicht signifikant, wobei bezüglich der Semesterzugehörigkeit die Baseline im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen einen geringeren Wert aufweist. Insgesamt gesehen gibt es keine Gruppe, die in irgendeinem Personenmerkmal stark von den anderen Gruppen abweicht. Somit sind die Gruppen ähnlich besetzt und lassen sich bezüglich der PU vergleichen.

## **6.4 Analyseverfahren**

Im folgenden Abschnitt werden kurz die mathematischen Analyseverfahren vorgestellt, die für diese Arbeit verwendet wurden. Für die Beschreibung der Grundlagen beziehen sich die Zusammenfassungen zu den Korrelationen und der Varianzanalyse auf Field (2016). Die mathematische Beschreibung der linearen Regression bezieht sich auf Urban und Mayerl (2011).

### **6.4.1 Korrelationen**

Mit Hilfe einer Korrelation lässt sich ein möglicher linearer Zusammenhang zweier Variablen  $X$  und  $Y$  feststellen. Beide Variablen repräsentieren Verteilungen einer bestimmten Untersuchungsgröße. Eine Korrelation liegt dann vor, wenn die Werte einer Variablen  $X$  ähnlich von ihren Mittelwerten  $\bar{x}$  abweichen, wie die Werte der zweiten Variable  $Y$  von  $\bar{y}$ . Dabei können die Werte in die gleiche Richtung abweichen oder in die genau entgegengesetzte Richtung. Für die Bestimmung der Abweichungen vom Mittelwert dient die Varianz einer Verteilung. Sie ist ein Maß für die Stärke der Abweichung. Um zu untersuchen, inwieweit zwei Verteilungen von ihren Mittelwerten abweichen, multipliziert man die Abweichungen der einen Variablen mit den Abweichungen der anderen Variable und dividiert für die Bestimmung der durchschnittlichen Abweichung durch den Freiheitsgrad  $N - 1$  und erhält so die Kovarianz beider Verteilungen:

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N - 1}$$

Die Kovarianz besitzt noch eine Einheit und Zusammenhänge lassen sich so schwer vergleichen. Um Korrelationen vergleichen zu können, werden sie standardisiert, indem die Kovarianz durch die Varianzen der beiden Verteilungen dividiert wird. Als Resultat erhält man den Pearson'schen Korrelationskoeffizienten:

$$r = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{Var}(X)\text{Var}(Y)}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Der Wert r variiert nun von -1 bis 1. Folgende Fälle können unterschieden werden:

Tabelle 14: Mögliche Wertebereiche für den standardisierten Regressionskoeffizienten.

$r \approx 0$	Zwischen $X$ und $Y$ gibt es keinen linearen Zusammenhang.
$r > 0$	Zwischen $X$ und $Y$ besteht eine positive Korrelation. Größere Werte von $X$ bedeuten größere Werte für $Y$ .
$r < 0$	Zwischen $X$ und $Y$ besteht eine negative Korrelation. Größere Werte von $X$ bedeuten kleinere Werte für $Y$ .

Ob sich der Koeffizient signifikant von Null unterscheidet, wird mit einem Signifikanztest überprüft. Die Nullhypothese lautet:

$$H_0: r = 0$$

Mit Hilfe der Prüfgröße  $t$  lässt sich der zugehörige  $t$ -Wert bestimmen, mit dem sich die Nullhypothese überprüfen lässt (vgl. Bortz & Schuster, 2010):

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Dieser wird unter Berücksichtigung des Signifikanzniveaus und der Stichprobengröße mit einem kritischen Schrankenwert verglichen.  $H_0$  kann abgelehnt werden, wenn der berechnete  $t$ -Wert größer ist, als der kritische Wert.

### 6.4.2 Multiple lineare Regressionen

Ziel einer linearen Regression ist es, eine metrische Variable  $Y$  durch eine oder mehrere Variablen  $X_k$  mit Hilfe einer linearen Beziehung vorherzusagen. Im Vergleich zur Korrelation wird bei einer Regression nicht nur ein Zusammenhangsmaß zwischen zwei Variablen berechnet, sondern es sollen Unterschiede einer abhängigen Variable  $Y$  (Kriterium) auf Unterschiede von unabhängigen Variablen  $X_k$  (Prädiktoren) zurückgeführt werden. Letztlich werden mit Hilfe der Prädiktoren eines Regressionsmodells Vorhersagen bezüglich des Kriteriums getroffen. Das Regressionsmodell einer linearen Regression lautet allgemein:

$$Y_i = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Die Parameter  $\alpha$  und  $\beta_k$  legen eindeutig den Funktionsterm der Regression fest und der Wert  $\varepsilon_i$  symbolisiert die Abweichung des geschätzten Wertes vom beobachteten Wert. Mit Hilfe des bivariaten Falls soll nun kurz die Herleitung der Regressionsgeraden vorgestellt werden. Besteht ein Zusammenhang zwischen den Werten von  $X$  und denen von  $Y$ , so lässt sich mit Hilfe der Regressionsgeraden

$$\hat{Y}_i = a + bX_i$$

eine gewisse Vorhersage der Werte von  $Y$  treffen. Dabei sind die mit einem Dach (^) gekennzeichneten  $Y$ -Werte rechnerisch bestimmte Schätzwerte. Für die Ermittlung der Regressionsgeraden sind die Parameter  $a$  und  $b$  so zu bestimmen, dass sich die Regressionsgerade optimal den Messwerten anpasst. Dazu werden zunächst die Fehlerwerte  $y_i - \bar{y}$ ,  $\hat{y}_i - \bar{y}$  und  $y_i - \hat{y}_i$  quadriert, aufsummiert und durch die Freiheitsgrade  $n-1$  dividiert. Wobei  $\bar{y}$  der Mittelwert der gemessenen Werte darstellt. Es ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n - 1} + \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 1}$$

Abbildung 22 zeigt anschaulich die drei Fehlerarten bezüglich eines Regressionspunktes. Die gepunktete Strecke entspricht dem gesamten Fehler  $y_i - \bar{y}$ , die gestrichelte Strecke den erklärbaren Fehler  $\hat{y}_i - \bar{y}$  und die Strichpunkt-Strecke den nicht erklärbaren Fehler (das Residuum)  $y_i - \hat{y}_i$ .

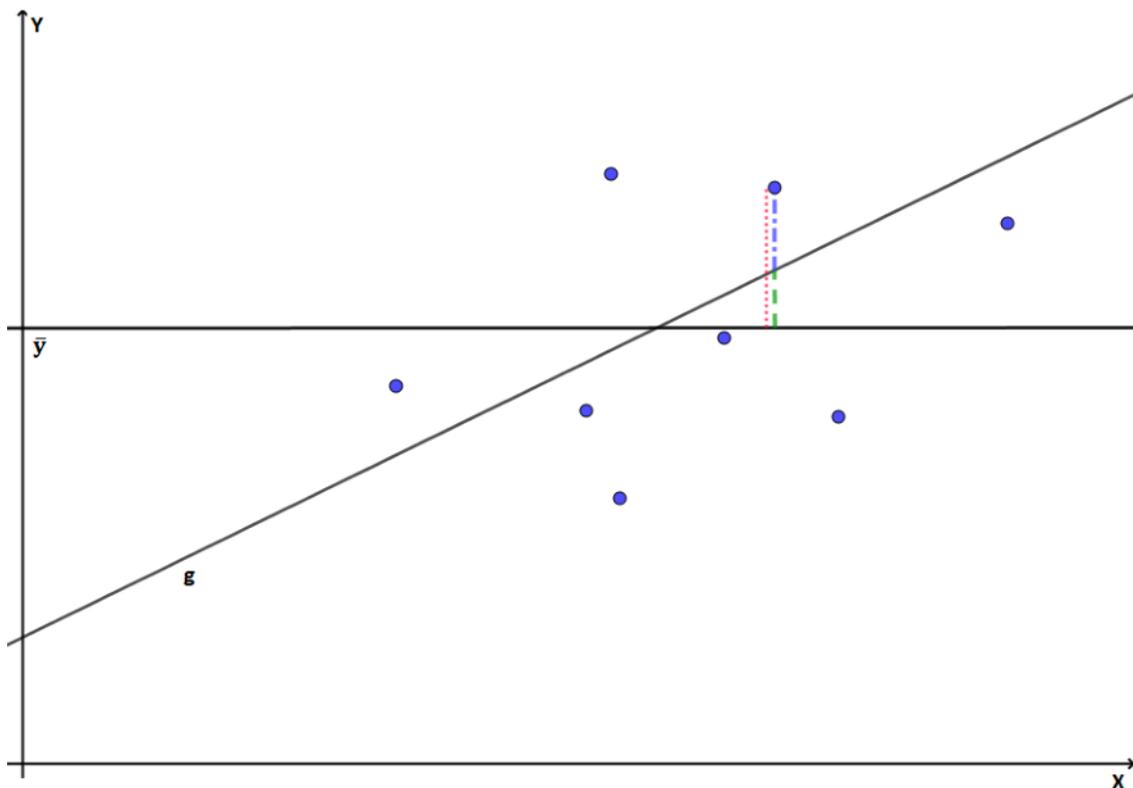


Abbildung 22: Darstellung einer Regressionsgeraden mit den drei Fehlerarten. Die gepunktete Strecke entspricht dem gesamten Fehler, die gestrichelte Strecke den erklärbaren Fehler und die Strichpunkt-Strecke das Residuum. Die Punkte entsprechen den Messwerten. Die Parallele zur x-Achse markiert den Mittelwert  $\bar{y}$  der y-Werte.

Die Varianz von  $y$  wurde somit in die von der Regression erklärbare Varianz und die nicht erklärbare Varianz zerlegt. Für die optimale Regressionsgerade muss nun die Varianz des nicht erklärbaren Fehlers minimiert werden:

$$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \rightarrow \min$$

Daraus ergeben sich die Parameter  $a = \bar{y} - b\bar{x}$  und  $b = \frac{\text{cov}(x,y)}{\text{var}(x)}$  (siehe Bortz & Schuster, 2010).

Grundlegend erfolgt die Berechnung der Parameter im multivariaten Fall ähnlich dem bivariaten Fall. Jedoch wird der Rechenaufwand ab drei unabhängigen Variablen erheblich größer. Der Unterschied zum bivariaten Fall ist der, dass die ermittelten Regressionskoeffizienten partielle Koeffizienten sind. Dies bedeutet, dass die einzelnen unabhängigen Variablen  $X_k$ , bevor die Regressionen von  $X_k$  auf  $Y$  durchgeführt werden,

um die Anteile bereinigt werden, die durch lineare Effekte zwischen den Prädiktoren bestimmt werden. Die Anteile, die nicht durch andere unabhängige Variablen bestimmt werden, werden als Residuen  $RES(X)_{ki} = X_{ki} - \hat{X}_{kl}$  der Variable  $X_k$  bezeichnet. Mit diesem Anteil wird letztlich im multivariaten Fall der entsprechende partielle Regressionskoeffizient  $b_k$  bestimmt.

### Der Korrelationskoeffizient

Der ermittelte Korrelationskoeffizient  $b_k$  bestimmt den Wert, um den sich  $Y$  ändert, wenn sich der zugehörige Prädiktor  $X_k$  um eine Einheit ändert. Da die Koeffizienten einheitenbehaftet sind, lassen sie sich schwer vergleichen. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die Regressionskoeffizienten standardisiert. Für die standardisierten Regressionskoeffizienten  $\beta_k$  gilt:

$$\beta_k = b_k \sqrt{\frac{Var(X_k)}{Var(Y)}}$$

Verändert sich nun der Wert von  $X_k$  um eine Standardabweichung, so ändert sich der Wert von  $Y$  um das  $\beta_k$ -fache der Standardabweichung.

### Der Determinationskoeffizient

Aus dem erklärten Fehlern  $\hat{y}_i - \bar{y}$  und dem gesamten Fehlern  $y_i - \bar{y}$  ergibt sich der Determinationskoeffizient  $R^2$  des Regressionsmodells:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Er gibt den Anteil der gesamten aufgeklärten Varianz des Modells an. Liegt der Wert bei null, so gibt es keinen Zusammenhang zwischen dem berechneten Regressionsmodell und den Messwerten  $Y$ . Liegt der Wert bei eins, so ist die Schätzung perfekt und die Residuen haben den Wert Null.

### Regressionsrechnung mit Dummy-Variablen

Das Regressionsmodell erlaubt es, auch dichotome Prädiktoren in das Modell aufzunehmen. Diese sogenannten „Dummy-Variablen“ besitzen dann die Ausprägungen

„0“ und „1“. Im Folgenden wird die Gruppenzugehörigkeit (Baseline, Intervention\_1 und Intervention\_2) mit Hilfe zweier Dummy-Variablen codiert:

Tabelle 15: Kodierung der Gruppenvariablen mit drei Ausprägungen.

	„Dummy Intervention 1“	„Dummy Intervention 2“
Baseline	0	0
Intervention_1	1	0
Intervention_2	0	1

Durch die entsprechende Kodierung bezieht man sich bei der Interpretation der Regressionskoeffizienten auf eine bestimmte Referenzkategorie. Diese hat stets die Ausprägung „0“. In vorliegendem Fall ist das die Baseline. Das zugehörige geschätzte Regressionsmodell sieht dann folgendermaßen aus:

$$Y = a + b_1 \cdot \text{Dummy\_Intervention1} + b_2 \cdot \text{Dummy\_Intervention2}$$

Der Parameter a entspricht dem Y-Wert der Baseline. Der Wert  $b_1$  stellt den Zuwachs oder die Reduktion des Y-Wertes der Gruppe Intervention\_1 um  $b_1$  im Vergleich zur Baseline dar. Entsprechend ist der Wert  $b_2$  die Änderung des Y-Wertes der Gruppe Intervention\_2 bezüglich der Baseline.

### Regressionsrechnung mit Interaktionstermen

Mit Interaktionstermen lassen sich gemeinsame Effekte zweier unabhängiger Variablen auf die abhängige Variable untersuchen. Es lassen sich beispielsweise Moderatoreffekte mittels eines Interaktionsterms überprüfen. Bei einem Moderatoreffekt beeinflusst eine unabhängige Variable die Wirkung einer weiteren unabhängigen Variablen auf das Kriterium. Durch die Multiplikation zweier unabhängiger Variablen wird der Interaktionsterm gebildet und zusammen mit den Haupteffekten in das Modell aufgenommen. So lassen sich die Interaktionseffekte unter Kontrolle der Haupteffekte interpretieren. Zu erwähnen ist noch, dass zwischen den Haupteffekten und dem Interaktionsterm gezwungenermaßen Korrelationen bestehen. Bei der Interpretation signifikanter Interaktionseffekte werden deshalb die Wirkungen der Haupteffekte meist nicht beachtet (vgl. Field, 2016).

### Signifikanztest des Regressionsmodells

Für jede Regression muss getestet werden, ob das Gesamtmodell eine signifikante Aussage trifft. Die zugehörige Nullhypothese lautet:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

Mit Hilfe der F-Statistik (siehe Urban & Mayerl, 2011), dem Determinationskoeffizienten und den Freiheitsgraden lässt sich ein kritischer F-Wert bestimmen:

$$F = \frac{R^2 / (k - 1)}{(1 - R^2)(N - k)}$$

Dabei ist N die Anzahl an Beobachtungen und k die Anzahl an Koeffizienten inklusive der zu schätzenden Konstanten. Der F-Wert muss größer als ein kritischer F-Wert sein, der durch das Signifikanzniveau und die Freiheitsgrade bestimmt wird. Dann kann  $H_0$  abgelehnt werden und mindestens ein Regressionskoeffizient ist ungleich Null.

### Signifikanztest der Regressionskoeffizienten

Für die Signifikanztests der einzelnen Regressionskoeffizienten lautet die Nullhypothese:

$$H_0: \beta_k = 0$$

Mit Hilfe der t-Statistik wird wiederum ein Wert ermittelt, der mit einem kritischen t-Wert verglichen werden kann.

$$t = \left| \frac{b_k}{SE_{b_k}} \right|$$

Hierbei ist  $b_k$  der Regressionskoeffizient und  $SE_{b_k}$  der Standardfehler von  $b_k$ . Der Standardfehler gibt die geschätzte Streuung von  $b_k$  an (siehe Urban & Mayerl, 2011). Die Nullhypothese wird abgelehnt, wenn t größer als der vom Signifikanzniveau abhängige kritische t-Wert ist.

### Voraussetzungen der multiplen Regression

Damit die Parameter der multiplen Regressionsanalyse richtig interpretiert werden können, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt werden (vgl. Urban & Mayerl, 2011):

#### 1. Beachtung von Ausreißern

Da die Regressionsanalyse anfällig gegenüber Ausreißern ist, müssen diese beachtet und gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden.

#### 2. Linearität zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable

Die lineare multiple Regression setzt zwischen den Prädiktoren und dem Kriterium einen linearen Zusammenhang voraus. Dieser kann unter anderem mit Hilfe von partiellen Regressionsdiagrammen überprüft werden. Dazu wird für jeden Prädiktor der von den anderen unabhängigen Variablen nicht erklärte Teil des Kriteriums gegen den von allen anderen Prädiktoren unabhängigen Teil des Prädiktors aufgetragen. Der Graph soll einen linearen Zusammenhang zeigen.

#### 3. Der Erwartungswert der Residuen hat den Wert Null.

Überprüft wird die Voraussetzung mit Hilfe eines Streudiagramms. Aufgetragen werden die standardisierten geschätzten Werte auf der x-Achse und die Residuen auf der y-Achse. Der Fehler sollte im Mittel Null betragen.

#### 4. Homoskedastizität

Das Residuum soll für jede unabhängige Variable die gleiche Varianz aufweisen und soll nicht von gewissen Ausprägungen einzelner Prädiktoren abhängen. Überprüft wird dies im Punkt 3 erwähnten Streudiagramm.

#### 5. Multikollinearität

Zwischen den unabhängigen Variablen sollen keine linearen Beziehungen bestehen. Mit Hilfe des Varianzinflationsfaktors (VIF) lässt sich ein Maß für die Multikollinearität angeben:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}$$

$R_j$  ist hierbei der Determinationskoeffizient der Regression der  $X_j$ -Variable auf alle anderen  $X$ -Variablen. Eine Faustregel besagt, dass der Faktor nicht größer als 10 sein sollte (Urban & Mayerl, 2011).

## 6. Normalverteilung der Residuen

Für die Durchführung der Signifikanztests sollen die Residuen normalverteilt sein, da dies eine Voraussetzung des F-Tests oder des t-Tests ist. Die Voraussetzung lässt sich wiederum graphisch oder mit dem Shapiro-Wilk Test überprüfen.

### 6.4.3 Varianzanalysen

Die ersten Analysen beinhalten Pre-Post-Vergleiche, die mit Hilfe von einfaktoriellen ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt werden. Im Folgenden wird kurz die Idee der ANOVA skizziert (vgl. Field, 2016).

Varianzanalysen mit Messwiederholung werden dann eingesetzt, wenn man bei zwei oder mehreren Messzeitpunkten Unterschiede bezüglich den jeweiligen Verteilungen einer Gruppe ermitteln will. Dabei werden die individuellen Abweichungen vom Gesamtmittelwert erklärt. Veranschaulicht wird dies für eine Betrachtung von  $k$  Personen und  $g$  Messzeitpunkten:

Die Gesamtquadratsumme  $SS_{total}$  wird unterteilt in die Unterschiede zwischen dem Mittelwert einer Person (Quadratsumme zwischen den Personen) und in die Abweichungen der unterschiedlichen Messzeitpunkte der einzelnen Person (Quadratsumme innerhalb der Personen):

$$SS_{total} = SS_{zwischen} + SS_{innerhalb}$$

wobei die Quadratsumme innerhalb der Person nochmals aufgeteilt wird in den durch das Treatment erklärbaren Anteil und in den Residualanteil:

$$SS_{total} = SS_{zwischen} + SS_{Treatment} + SS_{Residuum}$$

Die Teststatistik betrachtet das Verhältnis von systematischer zu unsystematischer Variation und berechnet sich über das Verhältnis der mittleren Quadratsumme  $MS_{Treatment}$  und der mittleren Quadratsumme  $MS_{Residuum}$ :

$$F = \frac{MS_{Treatment}}{MS_{Residuum}}$$

Wobei für die mittleren Quadratsummen die jeweilige Quadratsumme durch den entsprechenden Freiheitsgrad dividiert wurde:

$$MS_{Treatment} = \frac{SS_{Treatment}}{g - 1}$$

$$MS_{Residuum} = \frac{SS_{Residuum}}{(k - 1)(g - 1)}$$

Der F-Wert wird mit einem kritischen F-Wert verglichen. Die Unterschiede der Verteilungen bezüglich den Messzeitpunkten sind signifikant, wenn der berechnete F-Wert größer ist als der kritische F-Wert.

### Die Effektstärke des Tests

Neben der Angabe der Signifikanz eines Tests ist die Angabe der Effektstärke genauso relevant. „An effect size is simply an objective and (usually) standardized measure of the magnitude of the observed effect.“ (Field, 2016) Für Varianzanalysen mit Messwiederholung ist sie ein Maß für die Stärke des Unterschieds zwischen der Verteilung des Pre-Tests und der des Post-Tests. Es gibt viele Größen zur Beschreibung der Effektstärke. Bei Pre-Post-Vergleichen findet häufig das Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ) Verwendung. Es berechnet sich folgendermaßen:

$$\eta^2 = \frac{SS_{Treatment}}{SS_{Treatment} + SS_{Residuum}}$$

Nach Cohen (2013) gibt es folgende Orientierungen:

$\eta^2 < 0,06$ : kleiner Effekt

$0,06 < \eta^2 < 0,13$ : mittlerer Effekt

$\eta^2 > 0,13$ : großer Effekt

Die Effektstärken sollten aber stets auch kontextabhängig interpretiert werden (Ellis, 2015).

### Voraussetzung des Tests

Speziell bei kleinen Stichprobengrößen sollen die Differenzen der Messwerte normalverteilt sein.



## 7 Ergebnisse der Studie

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Studie unter Berücksichtigung der Forschungsfragen und Hypothesen vorgestellt. Zunächst werden im Abschnitt 7.1 Entwicklungen der PU und der Dimensionen des *Reasoning* der Studierenden aufgezeigt. Abschnitt 7.1.1 bezieht sich auf die Veränderungen in den einzelnen Gruppen (Baseline, LLL-Gruppe und LLLV-Gruppe) bezüglich dem Pre-Test und dem Post-Test und im Abschnitt 7.1.2 werden Entwicklungen der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe mit der Baseline verglichen, um mögliche Unterschiede auf das Lehr-Lern-Labor Seminar und die Videoanalysen zurückführen zu können. Im Abschnitt 7.2 werden weitere Faktoren, die die Entwicklung der PU beeinflussen könnten, in die Analysen aufgenommen. Dabei wird zunächst auf die Unterrichtserfahrung der Studierenden eingegangen. Im Weiteren werden Abhängigkeiten der Entwicklung der PU von den personenspezifischen Merkmalen *Alter*, *Geschlecht*, *Abiturnote* und *Semesterzugehörigkeit* betrachtet. Im Abschnitt 7.3 finden sich die Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der Entwicklung der PU der Studierenden und der Entwicklung ihres Fachwissens und ihres fachdidaktischen Wissens. Das Kapitel endet mit Abschnitt 7.4, welches Bewertungen der Videoanalyse aus studentischer Sicht beinhaltet.

Für die Interpretation der Testergebnisse wird für die folgenden Tests das Signifikanzniveau  $p$  bedingt durch die eher kleinen Stichproben folgendermaßen interpretiert:

$p < 0,1$ : Tendenz

$p < 0,05$  statistisch signifikantes Testergebnis

$p < 0,01$  statistisch hoch signifikantes Testergebnis

Zusätzlich werden die Effektstärken  $\eta^2$  bezüglich den ANOVAs sowie das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  und die standardisierten Regressionskoeffizienten  $\beta$  bezüglich den multiplen Regressionen angegeben. Die Korrelationen in Abschnitt 7.3 werden mit Hilfe des Pearson'schen Korrelationskoeffizienten  $r$  interpretiert.

## **7.1 Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar**

Im folgenden Abschnitt soll aufgezeigt werden, wie sich die PU der Studierenden durch die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor-Seminar entwickelt. Betrachtet werden die Entwicklungen der LLL-Gruppe und die der LLLV-Gruppe und zwar bezüglich der PU als Gesamtkonstrukt und der Teilfacetten des *Reasoning*, also bezüglich der Fähigkeit des *Beschreibens*, *Erklärens* und *Vorhersagens*. In Abschnitt 7.1.1 wird zunächst gezeigt, ob es Unterschiede zwischen den Testwerten der Studierenden vor und nach dem Besuch des Lehr-Lern-Labor Seminars gibt. Abschnitt 7.1.2 bezieht die Änderungen in den Tests der Studierenden aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe auf die Änderungen aus der Baseline als Vergleichsgruppe. Durch den Vergleich mit einer Baseline lassen sich die Entwicklungen in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe auf den Einfluss des Lehr-Lern-Labor Seminars zurückführen.

### **7.1.1 Veränderung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung der Studierenden in den einzelnen Gruppen**

In folgenden Abschnitt wird gezeigt, ob es signifikante Unterschiede bezüglich des Pre-Tests und des Post-Tests der Studierenden aus der Baseline, der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe gibt. Zur Messung der Mittelwertunterschiede wurden für alle drei Gruppen getrennt ANOVAs mit Messwiederholung (Field, 2016) durchgeführt. Untersucht wurden Mittelwertunterschiede bezüglich des Gesamtergebnisses (PU Gesamt) und der Dimensionen des *Reasoning*.

#### Mittelwertunterschiede in der Baseline

In die Analyse wurden Pre- und Posttestleistungen von 19 Studierenden aufgenommen. Die Voraussetzungen der Tests wurden außer zur Dimension *Vorhersagen* erfüllt. Hier zeigt der Shapiro-Wilk Test keine Normalverteilung (siehe Anhang A2). Nach Ausschluss eines Ausreißers wurde der Test nicht mehr signifikant und man kann von einer Normalverteilung ausgehen. Zur Vergleichbarkeit wurden für die Dimension *Vorhersagen* die Testergebnisse mit und ohne Ausreißer formuliert.

#### Testergebnisse

Tabelle 16 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der Pre- und Post-Tests. Der Vergleich der Testeingangsleistungen mit den Testausgangsleistungen zeigt bei

verschwindenden Effektstärken erwartungsgemäß über den Messzeitraum hinweg keine Änderungen in der Gesamtfähigkeit der PU und in den drei Dimensionen des *Reasoning* (siehe Tabelle 17).

Tabelle 16: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der Baseline sowie die Differenz der Post- und Pre-Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma.

	Mittelwerte Pre-Test	SD	Mittelwerte Post-Test	SD	$\Delta_{\text{Post-Pre}}$	SD
PU Gesamt	0,32	0,13	0,32	0,15	0,00	0,11
Beschreiben	0,40	0,12	0,41	0,16	0,01	0,15
Erklären	0,27	0,13	0,26	0,13	-0,01	0,10
Vorhersagen (N = 19)	0,27	0,16	0,27	0,18	0,00	0,15
Vorhersagen (N = 18)	0,28	0,16	0,26	0,17	-0,02	0,11

Tabelle 17: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der Baseline.

	F	df	Signifikanz	$\eta^2$
PU Gesamt	0,008	1, 18	0,931	0,000
Beschreiben	0,085	1, 18	0,774	0,005
Erklären	0,411	1, 18	0,530	0,022
Vorhersagen (N = 19)	0,001	1, 18	0,981	0,000
Vorhersagen (N = 18)	0,926	1, 17	0,349	0,052

### Mittelwertunterschiede in der Lehr-Lern-Labor-Gruppe

In den folgenden Analysen wurden die Pre- und Posttestleistungen aller 29 Studierenden aus der LLL-Gruppe einbezogen. Die Testvoraussetzungen wurden wiederum erfüllt (siehe Anhang A2).

### Testergebnisse

Tabelle 18 zeigt die Pre- und die Post-Testergebnisse der LLL-Gruppe mit den zugehörigen Standardabweichungen. Die Mittelwerte des Pre-Tests und des Post-Tests der Fähigkeit *Beschreiben* unterscheiden sich signifikant. Nach der Teilnahme am Seminar schneiden die Studierenden der LLL-Gruppe bezüglich dieser Dimension signifikant besser ab, als vor dem Seminar. Die Effektstärke  $\eta^2 = 0,138$  entspricht einem mittleren bis hohen Effekt (Cohen, 1988). Die Verteilungen der Mittelwerte des Pre- und des Post-Tests für den Gesamtwert der PU unterscheiden sich nicht signifikant. Die

Effektstärke liegt bei 0,044 und entspricht einem geringen Effekt. Die Tests für die beiden Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* zeigen auch keinen signifikanten Unterschied zwischen der Testeingangsleistung und der Testausgangsleistung. Die Effektstärken für *Erklären* ( $\eta^2 = 0,012$ ) und *Vorhersagen* ( $\eta^2 = 0,007$ ) sind dementsprechend sehr niedrig.

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamttestergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der LLL-Gruppe sowie die Differenz der Post- und Pre-Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma ( $N = 29$ ).

	Mittelwerte Pre-Test	SD	Mittelwerte Post-Test	SD	$\Delta_{\text{Post-Pre}}$	SD
PU Gesamt	0,35	0,11	0,39	0,18	0,04	0,16
Beschreiben	0,43	0,10	0,48	0,16	0,05	0,14
Erklären	0,30	0,12	0,32	0,17	0,02	0,16
Vorhersagen	0,33	0,13	0,34	0,23	0,01	0,21

Tabelle 19: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der LLL-Gruppe.

	F	df	Signifikanz	$\eta^2$
PU Gesamt	1,287	1, 28	0,266	0,044
Beschreiben	4,467	1, 28	0,044	0,138
Erklären	0,341	1, 28	0,564	0,012
Vorhersagen	0,198	1, 28	0,660	0,007

#### Mittelwertunterschiede in der Lehr-Lern-Labor + Videoanalyse-Gruppe

Auch für die ANOVAs mit Messwiederholung in der LLLV-Gruppe wurden zunächst die Voraussetzungen für den Test überprüft und anschließend die Ergebnisse aufgezeigt. Für den Differenzwert „Testausgangsleistung – Testeingangsleistung“ der Dimension *Vorhersagen* ist die Voraussetzung der Normalverteilung nicht erfüllt. Nach dem Ausschluss von drei Ausreißern aus der Stichprobe konnte eine Normalverteilung nachgewiesen werden (siehe Anhang A2). Um den Effekt des Ausschlusses aus der Stichprobe nachvollziehen zu können, werden nun die Testergebnisse mit und ohne Ausreißer formuliert.

### Testergebnisse

Tabelle 20 zeigt die Pre- und die Post-Testergebnisse der LLLV-Gruppe mit ihren Standardabweichungen. Vergleicht man die Mittelwerte des Pre- und des Post-Tests der Dimension *Vorhersagen* mit und ohne Ausreißer, so erkennt man, dass sich vor allem der Mittelwert und die Standardabweichung der Verteilung des Post-Tests ohne Ausreißer verkleinerte, da die Testergebnisse der Ausreißer ausschließlich hohe Mittelwerte besaßen. Die Testergebnisse zeigen, dass sich die Mittelwerte der Pre-Tests und der Post-Tests für das Gesamttestergebnis und für alle Dimensionen des *Reasoning* signifikant unterscheiden (siehe Tabelle 21). Nach der Teilnahme am Seminar zeigen die Studierenden der LLLV-Gruppe eine signifikant höhere Gesamtfähigkeit der PU, sowie eine signifikant höhere Fähigkeit des *Beschreibens*, *Erklärens* und *Vorhersagens*, im Vergleich zur Testeingangsleistung.

*Tabelle 20: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamttestergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der LLLV-Gruppe sowie die Differenz der Post- und Pre-Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma.*

	Mittelwerte Pre-Test	SD	Mittelwerte Post-Test	SD	$\Delta_{\text{Post-Pre}}$	SD
PU Gesamt	0,31	0,13	0,39	0,14	0,08	0,11
Beschreiben	0,39	0,14	0,47	0,11	0,08	0,11
Erklären	0,26	0,13	0,32	0,15	0,06	0,12
Vorhersagen (N = 23)	0,25	0,15	0,35	0,19	0,10	0,15
Vorhersagen (N = 20)	0,26	0,16	0,32	0,17	0,06	0,09

Die vier Effektstärken für die Stichprobe mit den Ausreißern zeigen alle einen starken Effekt (Cohen, 1988). Die ANOVA mit Messwiederholung der verkleinerten Stichprobe zeigt die gleiche Tendenz wie die ANOVA bei der ursprünglichen Stichprobe. Die Mittelwerte des Pre-Tests und des Post-Tests für die Dimension *Vorhersagen* unterscheiden sich auch bei der verkleinerten Stichprobe signifikant. Nach der Teilnahme am Seminar zeigen die Studierenden der LLLV-Gruppe eine signifikant höhere Fähigkeit des *Vorhersagens* als vor dem Seminar. Die Effektstärke zeigt mit  $\eta^2 = 0,31$  weiterhin einen starken Effekt (Cohen, 1988).

Tabelle 21: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der LLLV-Gruppe.

	F	df	Signifikanz	$\eta^2$
PU Gesamt	14,536	1, 22	0,001	0,398
Beschreiben	10,571	1, 22	0,004	0,325
Erklären	5,365	1, 22	0,030	0,196
Vorhersagen (N = 23)	11,072	1, 22	0,003	0,335
Vorhersagen (N = 20)	8,403	1, 19	0,009	0,310

Es zeigt sich, dass sich aus der Reduzierung der Stichprobe um drei Ausreißer mit jeweils hohen Differenzwerten bezüglich der Dimension *Vorhersagen* keine großen Veränderungen der Teststatistik, des daraus resultierenden Signifikanzwertes und der Effektstärke ergeben.

### 7.1.2 Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe

Im Folgenden soll die Frage beantwortet werden, inwieweit man die Entwicklung der PU auf die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar beziehen kann. Die ersten Analysen (Abschnitt 7.1.1) zeigten schon Veränderungen in der LLLV-Gruppe bei der Gesamtfähigkeit und in allen Dimensionen des *Reasoning* aber auch im *Beschreiben* in der LLL-Gruppe. Jedoch lassen sich diese Mittelwertunterschiede nicht ausnahmslos durch die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar begründen. Andere Effekte, wie beispielsweise personenspezifische Merkmale können auch die PU der Studierenden beeinflussen. Deshalb wird der Unterschied zwischen Pre-Test und Post-Test in den folgenden Analysen mit den Unterschieden in einer Baseline verglichen. In der Baseline befinden sich Studierende, die annähernd im gleichen Semester wie die Studierenden aus dem Lehr-Lern-Labor Seminar sind und auch Physik auf Lehramt für Gymnasien und Realschulen studieren. Durch das ähnliche Vorwissen und die ähnlichen Vorerfahrungen der Studierenden aus der Baseline lassen sich die Unterschiede zwischen Vor- und Nachtests der Studierenden aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe tatsächlich auf den Effekt des Lehr-Lern-Labor Seminars zurückführen. Dazu werden die Post-Testergebnisse der LLL-Gruppe sowie der LLLV-Gruppe unter Kontrolle ihrer Pre-Testergebnisse mit der Entwicklung der PU der Studierenden aus der Baseline verglichen. Umgesetzt wird dies durch vier multiple Regressionen. Als abhängige Variable werden jeweils die Testausgangsleistungen zur Gesamtfähigkeit sowie zu den drei Dimensionen des *Reasoning* gewählt. Die unabhängigen Variablen sind die jeweiligen Pre-Testwerte sowie zwei Dummy-Variablen, die die Gruppenzugehörigkeit definieren. Die Variable „LLL-Gruppe“ kodiert alle

Studierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen aber nicht die Videoanalyse durchführen mit „1“ und alle anderen Studierenden aus der Stichprobe mit „0“. Die Variable „LLL-Gruppe“ kodiert alle Studierenden, die das Lehr-Lern-Labor Seminar besuchen und zusätzlich die Videoanalysen durchführen mit „1“ und alle anderen Studierenden aus der Stichprobe mit „0“. Durch diese Art der Kodierung lassen sich die Testergebnisse zur Variable „LLL-Gruppe“ sowie zur Variable „LLL-Gruppe“ unabhängig voneinander auf die Ergebnisse der Baseline beziehen.

Da die Regressionsanalyse anfällig gegenüber Ausreißern ist (Urban & Mayerl, 2011), wurden die Regressionen ohne Ausreißer durchgeführt. Ein Ausreißer wird in dieser Studie als solcher definiert, wenn sein Residuum mehr als das 2,5-fache der Standardabweichung der Residuen beträgt (vgl. Field, 2013).

#### Betrachtung des Gesamtergebnisses der PU

Die erste multiple Regression betrachtet die Entwicklung der Gesamtfähigkeit der PU. Folgendes Modell wurde hierfür verwendet:

*Tabelle 22: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit.*

abhängige Variable	Gesamtergebnis PU (Post-Test)
unabhängige Variablen	Gesamtergebnis PU (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLL-Gruppe“

Ein Studierender aus der LLL-Gruppe wurde mit einem standardisierten Residuum von 2,515 aus der Stichprobe ausgeschlossen, sodass die Stichprobe aus 70 Studierenden besteht.

#### Testergebnis

Die ANOVA zeigt, dass das Modell insgesamt zur Vorhersage der abhängigen Variable beiträgt (siehe Tabelle 23). Es besitzt eine Modellgüte von  $R^2 = 0,412$ . Somit werden 41,2% der Varianz durch das Modell erklärt.

Tabelle 23: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,713	3	15,414	0,000
Nicht standardisierte Residuen	1,018	66		
Gesamt	1,731	69		

$R^2 = 0,412$

Tabelle 24 zeigt die Testergebnisse der multiplen Regression. Es lässt sich erkennen, dass der Pre-Test zur Gesamtfähigkeit stark zur Aufklärung des Post-Testergebnisses beiträgt. Studierende mit hohen Pre-Testergebnissen erlangen auch hohe Post-Testergebnisse. Die LLL-Gruppe kann nicht signifikant unter Kontrolle des Pre-Testwertes und unter Kontrolle der LLLV-Gruppe zur Vorhersage des Post-Testergebnisses beitragen. Dies bedeutet, dass sich die Post-Testwerte der LLL-Gruppe nicht signifikant von den Post-Testwerten der Baseline unterscheiden. Ihre Entwicklung unterscheidet sich somit nicht signifikant von der der Baseline. Im Gegensatz dazu hat die LLLV-Gruppe unter Kontrolle der LLL-Gruppenzugehörigkeit und des Pre-Tests einen signifikanten Einfluss auf das Post-Testergebnis. Studierende aus der LLLV-Gruppe unterscheiden sich signifikant im Post-Testergebnis bezüglich der Baseline. Der Regressionskoeffizient gibt mit  $B = 0,082$  einen durchschnittlich zu erwartenden Unterschied im Mittelwert der Post-Testergebnisse der Studierenden aus der LLLV-Gruppe zum Mittelwert der Studierenden aus der Baseline an. Dieser Unterschied ist mit  $p = 0,036$  signifikant. Die Entwicklung der Gesamtfähigkeit der PU der Studierenden aus der LLLV-Gruppe lässt sich somit auf die Teilnahme des Lehr-Lern-Labor Seminars mit den Videoanalysen zurückführen.

Tabelle 24: Testergebnisse des Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	0,063	0,049		1,282	0,204
PU_Pre	0,800	0,122	0,626	6,547	0,000
LLL-Gruppe	0,029	0,037	0,092	0,795	0,429
LLLV-Gruppe	0,082	0,039	0,246	2,137	0,036



Beschreibens erlangen auch hohe Post-Testwerte. Die LLL-Gruppe sowie die LLLV-Gruppe können nicht signifikant unter Kontrolle der jeweiligen anderen unabhängigen Variablen zur Vorhersage des Post-Testergebnisses beitragen. Studierende aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe unterscheiden sich in ihrer Entwicklung des Beschreibens nicht signifikant bezüglich der Baseline.

Tabelle 27: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Beschreiben.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	0,169	0,053		3,155	0,002
Beschreiben_Pre	0,663	0,116	0,574	5,718	0,000
LLL-Gruppe	0,043	0,034	0,154	1,251	0,215
LLLV-Gruppe	0,039	0,036	0,133	1,083	0,283

#### Regressionsanalyse der Dimension Erklären

Im Folgenden wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit auf den Post-Test bezüglich der Dimension *Erklären* der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe im Vergleich zur Baseline untersucht. Folgendes Modell wurde berücksichtigt:

Tabelle 28: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der Dimension Erklären.

abhängige Variable	Erklären (Post-Test)
unabhängige Variablen	Erklären (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“

Es wurden keine Ausreißer bei den Residuen gefunden.

#### Testergebnisse (N = 71)

Die ANOVA zeigt, dass das Modell insgesamt zur Vorhersage der abhängigen Variable beiträgt (siehe Tabelle 29). Das Modell besitzt eine Modellgüte von  $R^2 = 0,326$ . Somit werden 32,6% der Varianz durch das Modell erklärt.

Tabelle 29: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,538	3	10,785	0,000
Nicht standardisierte Residuen	1,114	67		
Gesamt	1,635	70		

$R^2 = 0,326$

In Tabelle 30 sind die Parameter zur Interpretation der Testergebnisse der multiplen Regression dargestellt.

Tabelle 30: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Erklären.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	0,073	0,045		1,623	0,109
Erklären_Pre	0,676	0,125	0,548	5,421	0,000
LLL-Gruppe	0,040	0,038	0,130	1,055	0,295
LLLV-Gruppe	0,070	0,040	0,215	1,750	0,085

Die Testeingangsleistung trägt stark zur Aufklärung der Testausgangsleistung bei. Studierende mit hohen Pre-Testwerten erlangen bezüglich des Beschreibens auch hohe Post-Testwerte. Die Zugehörigkeit zur LLL-Gruppe kann nicht signifikant unter Kontrolle der LLLV-Gruppenzugehörigkeit und des Pre-Tests zur Vorhersage des Post-Testwertes beitragen. Studierende aus der LLL-Gruppe unterscheiden sich somit nicht signifikant im Post-Testergebnis im Vergleich zur Baseline. Der Regressionskoeffizient  $B = 0,070$  mit einem p-Wert von 0,085 der LLLV-Gruppe zeigt zumindest tendenziell, dass die Zugehörigkeit zur LLLV-Gruppe eine Steigerung um durchschnittlich 0,07 Punkte im Post-Test unter Kontrolle des Pre-Tests und der LLL-Gruppe im Vergleich zur Baseline ergibt. Somit unterscheidet sich tendenziell die Entwicklung der Dimension *Erklären* der Studierenden aus der LLLV-Gruppe von der der Baseline, was sich auf die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar inklusive der Videoanalysen zurückführen lässt.

Betrachtung der Dimension Vorhersagen

Letztlich wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit auf den Post-Test bezüglich der Dimension *Vorhersagen* der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe im Vergleich zur Baseline untersucht. Folgendes Modell wurde gerechnet:

*Tabelle 31: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der Dimension Vorhersagen.*

abhängige Variable	Vorhersagen (Post-Test)
unabhängige Variablen	Vorhersagen (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“

Die Untersuchung der Residuen ergab einen Ausreißer in der LLL-Gruppe mit einer 3,12-fachen Standardabweichung bezüglich der Residuen des Regressionsmodells. Der Teilnehmer wurde im Folgenden aus der Analyse ausgeschlossen.

Testergebnisse (N = 70)

Die ANOVA bestätigt, dass das Modell mit einer Modellgüte von  $R^2 = 0,352$  insgesamt zur Vorhersage der abhängigen Variable beiträgt (siehe Tabelle 32).

*Tabelle 32: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.*

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,921	3	11,969	0,000
Nicht standardisierte Residuen	1,693	66		
Gesamt	2,615	69		

$R^2 = 0,352$

Wiederum trägt der Pre-Test stark zur Aufklärung des Post-Testergebnisses bei. Die Zugehörigkeit zur LLL-Gruppe kann nicht signifikant unter Kontrolle der LLLV-Gruppe und des Pre-Tests zur Vorhersage des Post-Testwertes beitragen. Studierende aus der LLL-Gruppe unterscheiden sich in ihrer Entwicklung nicht signifikant zur Baseline. Ähnlich wie bei der Dimension *Erklären* zeigt der Regressionskoeffizient  $B = 0,097$  mit einem p-Wert von 0,056 der LLLV-Gruppe eine Tendenz dahingehend, dass die Zugehörigkeit zur LLLV-Gruppe eine Zunahme des Post-Testergebnisses um

durchschnittlich 0,097 im Vergleich zur Baseline erwarten lässt. Es deutet sich somit an, dass die Gruppenzugehörigkeit einen Einfluss auf die Entwicklung der Studierenden in der Dimension *Vorhersagen* ausübt. Auch in diesem Fall kann die Entwicklung auf die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar inklusive der Videoanalysen zurückgeführt werden. Es muss berücksichtigt werden, dass den Signifikanzwerten nicht-normalverteilte Residuen zugrunde liegen. Bei einer Stichprobengröße von  $N = 70$  sollte dies jedoch keinen großen Einfluss auf das Ergebnis ausüben.

Tabelle 33: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Vorhersagen.

	B	Standardfehler	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	0,068	0,051		1,340	0,185
Vorhersagen_Pre	0,751	0,130	0,584	5,754	0,000
LLL-Gruppe	0,011	0,048	0,028	0,226	0,822
LLLV-Gruppe	0,097	0,050	0,235	1,948	0,056

#### Zusammenfassung der Ergebnisse zur Entwicklung der PU

Mit den durchgeführten multiplen Regressionen sollte die Frage beantwortet werden, inwieweit sich die Entwicklung der PU tatsächlich durch die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar erklären lässt. Dazu wurden, bedingt durch die Modelle der Regressionen, die Post-Testergebnisse der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe unter Kontrolle der Pre-Testergebnisse auf die Post-Testergebnisse der Baseline bezogen. Die jeweiligen Regressionskoeffizienten geben den Unterschied der Mittelwerte der Post-Testergebnisse der entsprechenden Gruppe zum Mittelwert der Baseline an. Die Analysen wurden unter Ausschluss der Ausreißer durchgeführt, falls diese um mehr als das 2,5-fache der Standardabweichung vom Mittelwert der Residuen abweichen.

Die Regressionsanalysen zeigen insgesamt, dass der Pre-Test hoch prädiktiv für die Post-Testleistung zur Gesamtfähigkeit und zu allen Dimensionen des *Reasoning* ist. Studierende, die hohe Pre-Testergebnisse zeigen, haben auch hohe Post-Testergebnisse.

#### LLL-Gruppe

Die Post-Testergebnisse der LLL-Gruppe lagen bei der Gesamtfähigkeit und bei allen Dimensionen des *Reasoning* im Durchschnitt höher als bei der Baseline. Jedoch waren die Unterschiede nicht so groß, dass diese – auch bedingt durch die Standardabweichung der Verteilungen der Residuen und der Stichprobengröße – keinen

signifikanten Unterschied ergaben. Das Gesamtergebnis und die Dimension *Beschreiben* ergaben leicht höhere Differenzen zur Baseline im Vergleich zu den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen*. Zusammenfassend lässt sich keine signifikant unterschiedliche Entwicklung zur Baseline erkennen.

### LLLV-Gruppe

Das durchschnittliche Gesamtergebnis im Post-Test der LLLV-Gruppe ist unter Kontrolle der Pre-Testergebnisse signifikant höher als das der Baseline. Es zeigt sich somit, dass das Lehr-Lern-Labor Seminar in Verbindung mit den zusätzlichen Videoanalysen die PU der Studierenden verbessern kann. Die Analysen zu den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* zeigen tendenziell, dass Studierende aus der LLLV-Gruppe auch diese Fähigkeiten weiterentwickeln konnten. Die Ergebnisse zur Dimension *Beschreiben* zeigen mit der LLL-Gruppe vergleichbare nicht-signifikante Zuwächse.

## **7.2 Betrachtung weiterer Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar**

Die folgenden Regressionsanalysen beinhalten neben der Gruppenvariablen weitere Einflussfaktoren, die die Entwicklung der PU beeinflussen könnten. Aufgenommen wurden die Variablen Unterrichtserfahrung, Geschlecht, Alter, Abiturnote und Semesterzugehörigkeit. Mit den erweiterten Modellen soll untersucht werden, ob die Entwicklung der PU auch unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit vorhergesagt werden kann. In einem weiteren Schritt wird überprüft, ob diese Einflussfaktoren gruppenspezifische Unterschiede zeigen. Die Gesamtstichprobe besteht zu 66% aus männlichen Studierenden, die im Vergleich zu den weiblichen Studierenden signifikant älter sind (siehe Tabelle 34). Zwischen den Variablen Alter, Semesterzugehörigkeit und Unterrichtserfahrung gibt es keine positiven Korrelationen, sodass eine Variable nicht durch die andere ersetzt werden kann und die Berücksichtigung aller drei Variablen sinnvoll ist. Die Testvoraussetzungen für die Analysen im Abschnitt 7.2 wurden überprüft.

Tabelle 34: Korrelationen nach Pearson zwischen den berücksichtigten Einflussfaktoren. In Klammern sind die jeweiligen Stichprobengrößen angegeben. Die Variable Geschlecht wurde folgendermaßen kodiert: „1“ = männlich, „2“ = weiblich.

	Unterrichtserfahr ung	Geschlecht	Alter	Abiturnote
Unterrichtserfahrung				
Geschlecht	0,178 (61)			
Alter	-0,229 <sup>0</sup> (61)	-0,334** (71)		
Abiturnote	-0,021 (59)	-0,152 (69)	0,201 <sup>0</sup> (69)	
Semester	0,097 (61)	-0,117 (71)	0,173 (71)	-0,062 (69)

\*\* signifikant auf dem Niveau von 0,01 (zweiseitig), \* signifikant auf dem Niveau von 0,05 (zweiseitig) <sup>0</sup> signifikant auf dem Niveau von 0,1 (zweiseitig)

### 7.2.1 Der Einfluss von Unterrichtserfahrung der Studierenden auf die Entwicklung ihrer PU im Lehr-Lern-Labor Seminar

Die folgenden Analysen sollen den Zusammenhang zwischen der Unterrichtserfahrung der Studierenden und ihrer PU aufzeigen. Gemeint ist die durch eigenes Unterrichten erlangten Erfahrungen aus Praktika oder Aushilfsgelegenheiten in Schulen. Gemessen wurde die Unterrichtserfahrung auf einer vierstufigen Likert-Skala zeitgleich zum Post-Test der PU. Die Abfrage enthielt folgende Abstufungen:

1 = „wenig“, 2 = „eher wenig“, 3 = „eher viel“, 4 = „viel“

Die Verteilung der Nennungen ist sehr ungleichmäßig (siehe Tabelle 35). Größtenteils wurden „eher wenig“ und „eher viel“ genannt. Nur neun Studierende gaben „wenig“ Unterrichtserfahrung an und nur fünf Studierende hatten schon „viel“ Unterrichtserfahrung.

Tabelle 35: Verteilung der Unterrichtserfahrung.

Unterrichtserfahrung	wenig	eher wenig	eher viel	viel
Nennungen	9	24	23	5

Zunächst wird untersucht, ob die Unterrichtserfahrung als Haupteffekt einen Einfluss auf die PU der Studierenden ausübt. Es wird in diesem Zusammenhang überprüft, ob die Unterrichtserfahrung unabhängig der Gruppenzugehörigkeit einen Einfluss auf die Entwicklung der PU der Studierenden ausübt. Anschließend werden mögliche Interaktionseffekte zwischen der Unterrichtserfahrung der Studierenden und ihrer

Gruppenzugehörigkeit (BL, LLL-Gruppe, LLLV-Gruppe) untersucht. Dabei interessiert, inwieweit die Unterrichtserfahrung gruppenspezifische Unterschiede auf die Entwicklung der PU der Studierenden ausübt.

### 7.2.1.1 Die Unterrichtserfahrung als Haupteffekt

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Unterrichtserfahrung als Haupteffekt. Dazu wurden die vier Modelle (für das Gesamtergebnis der PU und für die drei Dimensionen des *Reasoning*) der multiplen Regressionen aus Abschnitt 7.2 mit der ordinalen unabhängigen Variable „Unterrichtserfahrung“ erweitert. Untersucht wird wiederum der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit (LLL-Gruppe oder LLLV-Gruppe) unter Kontrolle des Pre-Tests im Bezug zur Baseline auf das Post-Testergebnis. Zusätzlich wird der Einfluss der Unterrichtserfahrung unter Kontrolle des Pre-Tests und der Gruppenzugehörigkeit angegeben. Wegen fehlenden Angaben bezüglich der Unterrichtserfahrung reduziert sich die Stichprobe auf 61 Studierende (10 Studierende aus der Baseline, 28 aus der LLL-Gruppe und 23 aus der LLLV-Gruppe). Für die folgenden Regressionen werden Studierende aus der Stichprobe ausgeschlossen, wenn ihre Residuen mehr als das 2,5-fache der Standardabweichung betragen. Dies trat bei einem Studierenden zur Dimension *Vorhersagen* auf, sodass bei der entsprechenden Regression die Stichprobe bei 60 Studierenden lag.

#### Betrachtung des Gesamtergebnisses der PU

Im Folgenden wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit inklusive der Unterrichtserfahrung auf den Post-Test bezüglich der Gesamtfähigkeit der PU untersucht. Tabelle 36 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

*Tabelle 36: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit.*

abhängige Variable	Gesamtergebnis PU (Post-Test)
unabhängige Variablen	Gesamtergebnis PU (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung

Tabelle 37 zeigt, dass die Prädiktoren die PU signifikant vorhersagen, wobei das Modell mit  $R^2 = 0,480$  eine hohe Anpassungsgüte besitzt.

Tabelle 37: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,817	4	12,930	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,885	56		
Gesamt	1,702	60		

$R^2 = 0,480$

Tabelle 38 veranschaulicht die Regressionskoeffizienten. Es zeigt sich, dass das Pre-Testergebnis wiederum eine hohe Vorhersagekraft auf das Post-Testergebnis besitzt ( $\beta = 0,638$ ). Je höher das Pre-Testergebnis, desto höher ist auch das Post-Testergebnis der Studierenden unabhängig der Gruppenzugehörigkeit und ihrer Unterrichtserfahrung.

Tabelle 38: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit der PU.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,165	0,084		-1,964	0,055
PU_Pre	0,898	0,139	0,638	6,461	0,000
LLL-Gruppe	0,077	0,047	0,230	1,646	0,105
LLLV-Gruppe	0,106	0,048	0,306	2,204	0,032
Unterrichtserfahrung	0,070	0,020	0,351	3,564	0,001

Weiterhin zeigt sich, dass Studierende in der Videogruppe unter Kontrolle des Pre-Tests und unter Kontrolle ihrer Unterrichtserfahrung ein um 0,106 Prozentpunkte signifikant besseres Post-Testergebnis haben, verglichen mit den Studierenden aus der Baseline. Der standardisierte Regressionskoeffizient der LLLV-Gruppe ( $\beta = 0,306$ ) ist im Vergleich zum Regressionskoeffizient des Pre-Tests ( $\beta = 0,638$ ) nur halb so groß und besitzt deshalb nur eine halb so große Aussagekraft. Auch die Studierenden aus der LLL-Gruppe zeigen mit  $B = 0,077$  tendenziell ( $p = 0,105$ ) bessere Post-Testergebnisse als die Studierenden aus der Baseline. Der hoch signifikante Einfluss der Unterrichtserfahrung auf das Post-Testergebnis der PU ist mit  $\beta = 0,351$  leicht höher als der der LLLV-Gruppe. Studierende mit einer um eine Stufe höheren Unterrichtserfahrung zeigen unter Kontrolle der Gruppenzugehörigkeit und unter

Kontrolle des Pre-Tests ein um durchschnittlich 0,07 Prozentpunkte besseres Post-Testergebnis.

Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Beschreiben

Im Folgenden wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit inklusive der Unterrichtserfahrung auf den Post-Test bezüglich der Dimension *Beschreiben* untersucht. Tabelle 39 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

*Tabelle 39: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Beschreiben.*

abhängige Variable	Beschreiben (Post-Test)
unabhängige Variablen	Beschreiben (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung

Auch das Modell mit den Variablen zur Dimension *Beschreiben* ist, wie in Tabelle 40 zu sehen, aussagekräftig und kann 35,8% der Gesamtvarianz aufklären.

*Tabelle 40: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.*

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,519	4	7,821	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,929	56	0,017	
Gesamt	1,448	60		

$R^2 = 0,358$

Tabelle 41 zeigt, dass der Pre-Test mit  $\beta = 0,544$  wiederum am meisten zur Varianzaufklärung beiträgt. Studierende aus der LLL-Gruppe und aus der LLLV-Gruppe haben vergleichbare Regressionskoeffizienten. Die Gruppenzugehörigkeit (LLL-Gruppe oder LLLV-Gruppe) ist somit für die Entwicklung der Dimension *Beschreiben* in diesem Modell nicht entscheidend. Der Prädiktor Unterrichtserfahrung sagt das Post-Testergebnis signifikant voraus. Studierende mit einer um eine Stufe

bessere Unterrichtserfahrung verbessern sich bezüglich des Post-Testergebnisses um 0,05 Punkte. Der Einfluss ist hierbei mit  $\beta = 0,272$  leicht geringer als der der Gruppenzugehörigkeit.

Tabelle 41: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Beschreiben.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,033	0,095		-0,347	0,730
Beschreiben_Pre	0,725	0,145	0,544	4,992	0,000
LLL-Gruppe	0,095	0,048	0,307	1,977	0,053
LLLV-Gruppe	0,092	0,049	0,288	1,859	0,068
Unterrichtserfahrung	0,050	0,020	0,272	2,495	0,016

#### Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Erklären

Im Folgenden wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit inklusive der Unterrichtserfahrung auf den Post-Test bezüglich der Dimension *Erklären* untersucht. Tabelle 42 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

Tabelle 42: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Erklären.

abhängige Variable	Erklären (Post-Test)
unabhängige Variablen	Erklären (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung

Die ANOVA aus Tabelle 43 zeigt, dass das Modell signifikante Vorhersagen trifft.

Tabelle 43: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,637	4	9,855	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,905	56		
Gesamt	1,543	60		

$R^2 = 0,413$

Die Anpassungsgüte ist mit  $R^2 = 0,413$  als hoch einzustufen, wobei der Pre-Test (hier: Erklären\_Pre) wiederum die meiste Varianz im Modell aufklärt (siehe Tabelle 44). Studierende aus der LLL-Gruppe erzielen unter Kontrolle ihrer Unterrichtserfahrung und des Pre-Tests ein um 0,078 Prozentpunkte und die Studierenden aus der LLLV-Gruppe ein um 0,095 Prozentpunkte besseres Post-Testergebnis als die Studierenden aus der Baseline. Beide Regressionskoeffizienten erfüllen nicht die Obergrenze des Fehlers 1.Art von  $\alpha = 0.05$ , können aber tendenziell als aussagekräftig gewertet werden. Der Prädiktor Unterrichtserfahrung zeigt wiederum einen signifikanten positiven Einfluss. Vergleicht man die standardisierten Regressionskoeffizienten der Gruppenvariablen und der Unterrichtserfahrung, so erkennt man den größten Einfluss bei der Unterrichtserfahrung, gefolgt von der LLLV-Gruppe und der LLL-Gruppe.

Tabelle 44: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Erklären.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,134	0,079		-1,690	0,097
Erklären_Pre	0,746	0,136	0,569	5,471	0,000
LLL-Gruppe	0,078	0,047	0,245	1,654	0,104
LLLV-Gruppe	0,095	0,048	0,290	1,973	0,053
Unterrichtserfahrung	0,066	0,020	0,347	3,316	0,002

#### Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Vorhersagen

Im Folgenden wird der Einfluss der Gruppenzugehörigkeit inklusive der Unterrichtserfahrung auf den Post-Test bezüglich der Dimension *Vorhersagen* untersucht. Tabelle 45 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

Tabelle 45: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Vorhersagen.

abhängige Variable	Vorhersagen (Post-Test)
unabhängige Variablen	Vorhersagen (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung

Auch das letzte Modell ist aussagekräftig (siehe Tabelle 46) und zeigt eine Varianzaufklärung von 40,6%, wobei auch hier die größte Aufklärungskraft mit  $\beta = 0,609$  der Pre-Test aufweist (siehe Tabelle 47). Die LLL-Gruppe besitzt mit  $p = 0,590$  keinen aussagekräftigen Regressionskoeffizienten. Auch der Regressionskoeffizient des Prädiktors LLLV-Gruppe zeigt mit  $p = 0,104$  eine eher geringe Aussagekraft. Im Gegensatz dazu ist die Vorhersagekraft des Prädiktors Unterrichtserfahrung mit  $p = 0,005$  signifikant. Unter Kontrolle der Gruppenvariablen und des Pre-Tests verbessert sich der Post-Testwert der Studierenden um 0,074 Prozentpunkte, wenn sich die Unterrichtserfahrung um eine Stufe erhöht.

Tabelle 46: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,959	4	9,416	0,000
Nicht standardisierte Residuen	1,400	55	0,025	
Gesamt	2,647	59		

$R^2 = 0,406$

Tabelle 47: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Vorhersagen.

	B	SD	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,136	0,096		-1,419	0,162
Vorhersagen_Pre	0,818	0,146	0,609	5,622	0,000
LLL-Gruppe	0,033	0,060	0,082	0,542	0,590
LLLV-Gruppe	0,100	0,061	0,246	1,654	0,104
Unterrichtserfahrung	0,074	0,025	0,314	2,933	0,005

### 7.2.1.2 Interaktionseffekte zur Unterrichtserfahrung

Es zeigt sich offensichtlich, dass die Unterrichtserfahrung einen Einfluss auf die PU der Studierenden ausübt. Es stellt sich nun die Frage, ob die Studierenden in der LLL-Gruppe oder in der LLLV-Gruppe im Bezug zur Baseline unterschiedlich von ihrer Unterrichtserfahrung profitieren. Oder anders formuliert: Inwieweit beeinflussen sich Gruppenzugehörigkeit und Unterrichtserfahrung gegenseitig. Um zu überprüfen, ob es gruppenspezifische Unterschiede bezüglich des Einflusses gibt, werden im nächsten Schritt die Regressionsmodelle von Abschnitt 7.2.1.1 um zwei Interaktionsterme erweitert. Diese bestehen aus dem Produkt der Prädiktoren LLL und Unterrichtserfahrung, sowie LLLV und Unterrichtserfahrung. Damit lässt sich nun

untersuchen, ob Studierende der jeweiligen Gruppen im Bezug zur Baseline unterschiedliche Post-Testergebnisse in Abhängigkeit ihrer Unterrichtserfahrung zeigen. Es werden vier Regressionsmodelle aufgestellt, die das Post-Gesamttestergebnis zur PU, sowie die drei Dimensionen des *Reasoning* als abhängige Variable beinhalten. Die Interpretation bezieht sich nur auf die Interaktionen, da zwischen den Haupteffekten und den Interaktionstermen bedingt durch die Konstruktion der Interaktionsterme hohe Korrelationen bestehen. Wie bei den Regressionen zu den Haupteffekten nahmen beim Gesamttestergebnis und bei den Dimensionen *Beschreiben* und *Erklären* 61 Studierende teil. Wegen eines Residuums von mehr als das 2,5-fache der Standardabweichung umfasst die Stichprobe der Dimension *Vorhersagen* wieder 60 Studierende.

#### Das Gesamttestergebnis der PU

Tabelle 48 zeigt das Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit.

*Tabelle 48: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit*

abhängige Variable	Gesamttestergebnis PU (Post-Test)
unabhängige Variablen	Gesamttestergebnis PU (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung LLL * Unterrichtserfahrung LLLV * Unterrichtserfahrung

Aus Tabelle 49 ist zu erkennen, dass das Gesamttestergebnis PU im Post-Test signifikant mit den oben angegebenen unabhängigen Variablen vorhergesagt werden kann. Die Gesamtvarianzaufklärung liegt bei Berücksichtigung der Testleistung zu Beginn des Seminars bei 51,8%.

Betrachtet man die Interaktionseffekte, so erkennt man eine Tendenz bei der Variable LLLV\*Unterrichtserfahrung ( $p = 0,088$ ) und keinen Interaktionseffekt bei der LLL-Gruppe und der Unterrichtserfahrung bezüglich der Baseline (siehe Tabelle 50). Dies bedeutet, dass sich die Abhängigkeit der Testausgangsleistung von der Unterrichtserfahrung unter Kontrolle aller anderen Variablen in der Baseline und der LLL-Gruppe fast nicht unterscheiden. Betrachtet man die Regressionsgerade beider

Gruppen, die jene Abhängigkeit modelliert, so erhält man vergleichbare Steigungswerte (Baseline:  $B = 0,111$ ; LLL-Gruppe:  $B = 0,111 - 0,016 = 0,095$ ). Der Steigungswert der LLLV-Gruppe unterscheidet sich jedoch von der der Baseline (LLL-Gruppe:  $B = 0,111 - 0,092 = 0,019$ ). Dies zeigt, dass sich der Testausgangswert bei steigender Unterrichtserfahrung in der LLLV-Gruppe im Gegensatz zur Baseline oder zur LLL-Gruppe fast nicht ändert. Wechselt man von der Baseline zur LLLV-Gruppe, so ist die Entwicklung der PU nicht von der Unterrichtserfahrung abhängig. Der Haupteffekt aus Abschnitt 7.2.1.1 resultiert wohl hauptsächlich von den Studierenden aus der LLL-Gruppe und von der Baseline. Das Modell deutet an, dass sich die Testausgangsleistungen der Gruppen bei niedrigen Unterrichtserfahrungswerten am stärksten unterscheiden und bei hohen Werten ausgleichen. Studierende aus der LLLV-Gruppe haben bei wenig Unterrichtserfahrung im Vergleich den höchsten Testausgangswert (Unterrichtserfahrung = 1: LLLV-Gruppe: 0,384; LLL-Gruppe: 0,251; Baseline: 0,139).

Tabelle 49: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,882	6	9,673	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,820	54		
Gesamt	1,702	60		

$R^2 = 0,518$

Tabelle 50: Testergebnisse des Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit mit den Interaktionstermen.

	B	Standardfehler	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,265	0,130		-2,046	0,046
PU_Pre	0,879	0,137	0,624	6,413	0,000
LLL-Gruppe	0,128	0,137	0,383	0,936	0,353
LLL-Gruppe	0,337	0,143	0,977	2,361	0,022
Unterrichtserfahrung	0,111	0,043	0,173	1,388	0,171
LLL*Unterrichtserfahrung	-0,016	0,052	-0,121	-0,313	0,756
LLL*Unterrichtserfahrung	-0,092	0,053	-0,714	-1,737	0,088

Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Beschreiben

Tabelle 51 zeigt das Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Beschreiben*.

Tabelle 51: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Beschreiben*.

abhängige Variable	Beschreiben (Post-Test)
unabhängige Variablen	Beschreiben (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung LLL * Unterrichtserfahrung LLLV * Unterrichtserfahrung

Das Regressionsmodell zur Dimension *Beschreiben* ist signifikant und kann 41,3% der Gesamtvarianz aufklären (siehe Tabelle 52). Der Interaktionsterm LLLV\*Unterrichtserfahrung zeigt mit  $p = 0,079$  tendenziell einen Effekt dahingehend, dass die Testausgangsleistung zum *Beschreiben* in der LLLV-Gruppe und in der Baseline unterschiedlich moderiert wird. Auch bezüglich dieser Dimension bleibt der Testausgangswert der Studierenden aus der LLLV-Gruppe in Abhängigkeit ihrer Unterrichtserfahrung annähernd konstant ( $B = 0,089 - 0,097 = -0,008$ ), wobei die Baseline und die LLL-Gruppe positive vergleichbare Entwicklungen in Abhängigkeit der Unterrichtserfahrung zeigen (Baseline:  $B = 0,089$ ; LLL-Gruppe:  $B = 0,089 - 0,006 = 0,083$ ). Auch bei der Dimension *Beschreiben* erkennt man, dass Studierende in der LLLV-Gruppe bezüglich ihrer Entwicklung durch die Unterrichtserfahrung fast nicht beeinflusst werden.

Tabelle 52: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,598	6	6,336	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,850	54		
Gesamt	1,448	60		

$R^2 = 0,413$

Tabelle 53: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Beschreiben mit den Interaktionstermen.

	B	Standardfehler	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,100	0,136		-0,738	0,464
Beschreiben_Pre	0,651	0,146	0,488	4,464	0,000
LLL-Gruppe	0,122	0,140	0,395	0,875	0,386
LLLV-Gruppe	0,333	0,146	1,047	2,286	0,026
Unterrichtserfahrung	0,089	0,043	0,480	2,046	0,046
LLL*Unterrichtserfahrung	-0,006	0,053	-0,051	-0,120	0,905
LLLV*Unterrichtserfahrung	-0,097	0,054	-0,818	-1,788	0,079

### Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Erklären

Tabelle 54 zeigt das Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Erklären*.

Tabelle 54: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Erklären*.

abhängige Variable	Erklären (Post-Test)
unabhängige Variablen	Erklären (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung LLL * Unterrichtserfahrung LLLV * Unterrichtserfahrung

Der Post-Testwert zur Dimension *Erklären* lässt sich durch die oben angegebenen unabhängigen Variablen signifikant vorhersagen (siehe Tabelle 55). Die Varianzaufklärung liegt bei 44,2%. Die Regressionsgerade der LLLV-Gruppe besitzt mit  $B = 0,026$  in Abhängigkeit der Unterrichtserfahrung und unter Kontrolle aller anderen Variablen eine leicht positive Steigung, die sich aber nicht signifikant von der der Baseline ( $B = 0,078$ ) unterscheidet (siehe Tabelle 56). Die Interaktion der LLL-Gruppe mit der Unterrichtserfahrung ist auch nicht signifikant, sodass sich der Haupteffekt zur Unterrichtserfahrung annähernd auf alle drei Gruppen beziehen lässt.

Tabelle 55: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	0,682	6	7,130	0,000
Nicht standardisierte Residuen	0,861	54		
Gesamt	1,543	60		

$R^2 = 0,442$

Tabelle 56: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Erklären mit den Interaktionstermen.

	B	Standardfehler	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,164	0,128		-1,290	0,203
Erklären_Pre	0,748	0,136	0,570	5,519	0,000
LLL-Gruppe	0,037	0,140	0,116	0,264	0,793
LLLV-Gruppe	0,226	0,146	0,690	1,550	0,127
Unterrichtserfahrung	0,078	0,044	0,408	1,780	0,081
LLL*Unterrichtserfahrung	0,020	0,053	0,157	0,379	0,706
LLLV*Unterrichtserfahrung	-0,052	0,054	-0,429	-0,970	0,336

### Betrachtung der Ergebnisse der Dimension Vorhersagen

Tabelle 57 zeigt das Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Vorhersagen*.

Tabelle 57: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension *Vorhersagen*.

abhängige Variable	Vorhersagen (Post-Test)
unabhängige Variablen	Vorhersagen (Pre-Test) Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Unterrichtserfahrung LLL * Unterrichtserfahrung LLLV * Unterrichtserfahrung

Tabelle 58 zeigt, dass das signifikante Modell mit  $R^2 = 0,448$  eine hohe Anpassungsgüte besitzt (Cohen, 1988). Aus der Regressionsanalyse resultiert bezüglich der Dimension *Vorhersagen* tendenziell eine Interaktion zwischen der Unterrichtserfahrung und der

LLLV-Gruppe (siehe Tabelle 59). Studierende aus der LLLV-Gruppe zeigen nahezu unveränderte Testausgangswerte in Abhängigkeit ihrer Unterrichtserfahrung. Der Steigungswert der Regressionsgeraden unter Kontrolle aller anderen unabhängigen Variablen beträgt  $B = 0,143 - 0,126 = 0,017$ . Die Steigung der Regressionsgeraden der LLL-Gruppe ist mit  $B = 0,143 - 0,049 = 0,094$  größer und unterscheidet sich nicht signifikant vom Steigungswert der Baseline ( $B = 0,143$ ).

Tabelle 58: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.

	Quadratsumme	df	F	Signifikanz
Regression	1,057	6	7,169	0,000
Nicht standardisierte Residuen	1,302	53		
Gesamt	2,359	59		

$R^2 = 0,448$

Tabelle 59: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Vorhersagen mit den Interaktionstermen.

	B	Standardfehler	$\beta$	T	Signifikanz
Konstante	-0,314	0,159		-1,976	0,053
Vorhersagen_Pre	0,818	0,143	0,609	5,704	0,000
LLL-Gruppe	0,168	0,175	0,420	0,960	0,341
LLLV-Gruppe	0,421	0,182	1,033	2,320	0,024
Unterrichtserfahrung	0,143	0,055	0,604	2,621	0,011
LLL*Unterrichtserfahrung	-0,049	0,067	-0,303	-0,737	0,464
LLLV*Unterrichtserfahrung	-0,126	0,067	-0,833	-1,882	0,065

### Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einfluss der Unterrichtserfahrung

Die Regressionsanalysen zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Unterrichtserfahrung der Studierenden aus der Gesamtstichprobe und der Post-Testleistung zur PU unter Kontrolle der Testeingangsleistung. Die Modelle sagten voraus, dass sich Studierende mit höherer Unterrichtserfahrung bezüglich ihrer PU stärker entwickeln und zwar nicht nur bezüglich der Gesamtfähigkeit, sondern auch in den Dimensionen des *Reasoning*.

Bezieht man die Ergebnisse der Regressionsrechnungen mit den Interaktionen in die Analyse mit ein, so erkennt man, dass es gruppenspezifische Unterschiede bezüglich des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Gesamtfähigkeit zur PU und der Dimensionen des *Reasoning* gibt. Die Regressionsanalysen zeigen, dass die Unterrichtserfahrung der Studierenden aus der Baseline und aus der LLL-Gruppe vergleichbar positiv ihre Gesamtfähigkeit der PU sowie die Dimensionen des *Reasoning* beeinflussen. Höhere Unterrichtserfahrung bedeutet hier auch größere Entwicklungen. Die Ergebnisse für die Studierenden aus der LLLV-Gruppe deuten an, dass die Testausgangsleistungen unter Kontrolle der Testeingangsleistungen zur Gesamtfähigkeit der PU und zu den Dimensionen *Beschreiben* und *Vorhersagen* nur sehr gering von der Unterrichtserfahrung beeinflusst werden. Die Entwicklungen dieser Fähigkeiten hängen in jener Gruppe nicht erkennbar von ihrer Unterrichtserfahrung ab. Nur bezüglich der Fähigkeit *Erklären* zeigt sich keine signifikante Interaktion der einzelnen Gruppen bezüglich der Unterrichtserfahrung und unter Kontrolle aller anderen in das Modell aufgenommenen Variablen und damit kein signifikant unterschiedlicher Steigungswert der Regressionsgeraden. Zusätzlich lässt sich erkennen, dass die Post-Testwerte in der LLLV-Gruppe unter Kontrolle der Eingangsleistung vergleichsweise hohe Werte bei niedriger Unterrichtserfahrung aufweisen. Durch die unterschiedlichen Steigungen der Regressionsgeraden nähern sich die Werte bei größerer Unterrichtserfahrung an. Abbildung 23 zeigt die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit und die Entwicklung der Dimensionen des *Reasoning* in Abhängigkeit der Unterrichtserfahrung.

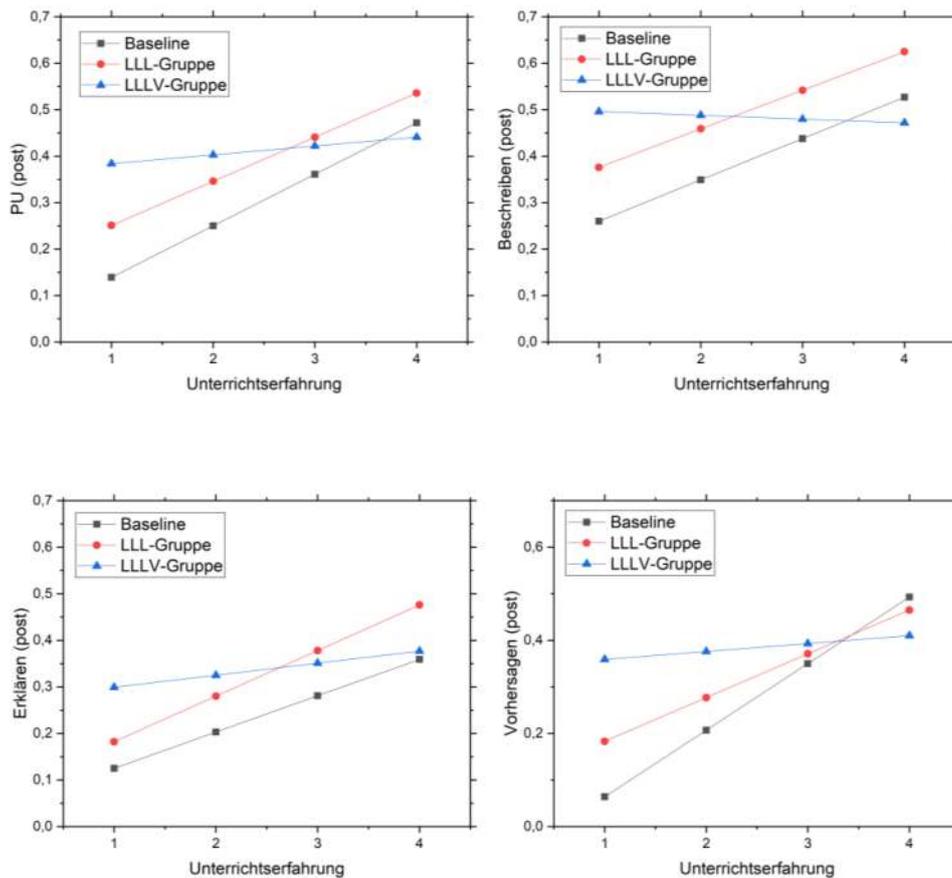


Abbildung 23: Veranschaulichung der Interaktion zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Unterrichtserfahrung. Gezeigt wird der Zusammenhang zwischen der Unterrichtserfahrung und der PU sowie der drei Dimensionen des Reasoning unterteilt auf die drei Gruppen.

Zu sehen ist eine durch die Regressionsmodelle errechnete Extrapolation der Testausgangsleistungen in Abhängigkeit der genannten Unterrichtserfahrung und unter Kontrolle der Testeingangsleistung. Man erkennt insgesamt die höheren Entwicklungen bei niedriger Unterrichtserfahrung in der LLLV-Gruppe sowie das Angleichen der Entwicklungen bei größerer Unterrichtserfahrung. Auch zur Dimension *Erklären* ergeben sich im Vergleich zu den anderen Diagrammen ähnliche Verläufe, auch wenn die Steigungen der LLLV-Gruppe und der Baseline jedoch als nicht signifikant unterschiedlich errechnet wurden. Zu berücksichtigen ist stets, dass die Diagramme die durch die Extrapolation ermittelte geschätzte Werte anzeigen. Da wenig Studierende „viel“ Unterrichtserfahrung angegeben haben (entspricht dem Wert „4“), basiert die Schätzung für diese Werte auf wenigen Daten und muss dementsprechend vorsichtig interpretiert werden.

## 7.2.2 Der Einfluss weiterer Personenmerkmale auf die Entwicklung der PU der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar

Die folgenden Analysen beziehen sich auf den Einfluss personenspezifischer Merkmale auf die Entwicklung der PU der Studierenden aus dem Lehr-Lern-Labor Seminar. Aufgenommen wurden die Variablen Geschlecht, Alter, Abiturnote und Semester. Wie im Abschnitt 7.2.1 wurden auch hierbei zunächst Haupteffekte untersucht, um festzustellen, ob die Merkmale unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit einen Einfluss auf die PU der Studierenden ausüben. Im zweiten Schritt werden Interaktionen zwischen der Gruppenzugehörigkeit und den jeweiligen Personenmerkmalen gerechnet. Daraus lässt sich wiederum ableiten, ob die PU der Studierenden in der LLL-Gruppe oder in der LLLV-Gruppe bezüglich der Baseline von den Merkmalen unterschiedlich beeinflusst werden. Es stellt sich hierbei die Frage, ob das Lehr-Lern-Labor Seminar oder die Teilnahme am Seminar mit zusätzlichen Videoanalysen personenspezifische Unterschiede bezüglich der Entwicklung der PU zeigen. Die nächsten vier Unterpunkte zeigen die Ergebnisse der linearen Regressionen zu den jeweiligen Personenmerkmalen. Es wurden Ausreißer ausgeschlossen, deren Residuen einen größeren Betrag als das 2,5-fache ihrer Standardabweichung aufweisen. Die folgenden unterschiedlichen Gesamtstichprobenzahlen resultieren somit aus den Testvoraussetzungen.

### 7.2.2.1 Das Personenmerkmal „Geschlecht“

Mit den folgenden Regressionen werden mögliche geschlechtsspezifische Einflüsse betrachtet. Zunächst werden die Haupteffekte und anschließend die Interaktionen geschildert.

#### Haupteffekte

Mit Hilfe von vier Regressionsanalysen, in denen nacheinander die vier abhängigen Variablen PU-Gesamttestergebnis, *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen* aufgenommen wurden, sollen der Einfluss der personenspezifischen Merkmale unter Kontrolle der Gruppenzugehörigkeit und der Testausgangsleistung untersucht werden. Tabelle 60 zeigt die Modelle, die für die entsprechenden Analysen gerechnet wurden. Die Testeingangsleistung und die Testausgangsleistung sind die jeweiligen zueinander gehörenden Pre- und Post-Testergebnisse der Gesamtfähigkeit und der drei Dimensionen des *Reasoning*.

Tabelle 60: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Geschlecht

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

### Ergebnisse:

Tabelle 61 zeigt zu jeder abhängigen Variablen das Ergebnis des Einflusses des Geschlechts. Die Werte der anderen unabhängigen Variablen befinden sich im Anhang A1. Es lässt sich für den Post-Wert der Gesamtfähigkeit und für die Dimensionen des *Reasoning* keine geschlechtsspezifischen Unterschiede unter Kontrolle der Gruppenzugehörigkeit und der Testausgangswerte erkennen.

Tabelle 61: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Geschlecht.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 70)					
Geschlecht	0,035	0,032	0,106	1,106	0,273
$R^2 = 0,423$					
Beschreiben (N = 69)					
Geschlecht	-0,009	0,029	-0,032	-0,315	0,754
$R^2 = 0,356$					
Erklären (N = 70)					
Geschlecht	0,041	0,032	0,130	1,296	0,199
$R^2 = 0,370$					
Vorhersagen (N = 70)					
Geschlecht	0,058	0,041	0,142	1,424	0,159
$R^2 = 0,372$					

### Interaktionen

Zum Personenmerkmal „Geschlecht“ sollen nun die Interaktionen dieses Merkmals mit der Gruppenzugehörigkeit betrachtet werden, um zu überprüfen, ob die

Testausgangsleistung im Vergleich zur Baseline in der LLL-Gruppe oder in der LLLV-Gruppe vom Geschlecht der Studierenden moderiert wird. Tabelle 62 zeigt das zugehörige Regressionsmodell mit den Interaktionstermen LLL\*Geschlecht und LLLV\*Geschlecht. Die anderen Variablen wurden zur besseren Übersicht in der Tabelle weggelassen. Die vollständige Tabelle befindet sich im Anhang A1.

Tabelle 62: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Geschlecht LLL * Geschlecht LLLV * Geschlecht

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

Tabelle 63: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Geschlecht.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
LLL * Geschlecht	-0,095	0,088	-0,187	-1,083	0,283
LLLV * Geschlecht	-0,020	0,085	-0,043	-0,232	0,817
$R^2 = 0,410$					
Beschreiben (N = 69)					
LLL * Geschlecht	-0,019	0,078	-0,044	-0,240	0,811
LLLV * Geschlecht	0,011	0,076	0,028	0,142	0,887
$R^2 = 0,358$					
Erklären (N = 71)					
LLL * Geschlecht	-0,030	0,087	-0,063	-0,347	0,730
LLLV * Geschlecht	-0,006	0,085	-0,014	-0,071	0,944
$R^2 = 0,339$					
Vorhersagen (N = 70)					
LLL * Geschlecht	-0,112	0,107	-0,185	-1,047	0,299
LLLV * Geschlecht	-0,046	0,105	-0,084	-0,442	0,660
$R^2 = 0,383$					

Die Ergebnisse der Regressionen zeigen, dass die Teilnahme am Lehr-Lern-Labor Seminar mit und ohne Videoanalysen keinen geschlechtsspezifischen Unterschied in der Entwicklung der PU bezüglich der Baseline bewirkt (siehe Tabelle 63).

#### 7.2.2.2 Das Personenmerkmal „Alter“

Auch zum Personenmerkmal „Alter“ werden zunächst die Haupteffekte berechnet und anschließend die Interaktionen zwischen Alter und Gruppenzugehörigkeit.

#### Haupteffekte

Tabelle 64 zeigt das Modell der vier multiplen linearen Regressionen zur Berechnung der Haupteffekte unter Einschluss der Variable „Alter“.

*Tabelle 64: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Alter und der Entwicklung der PU.*

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Alter

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

#### Ergebnisse:

Tabelle 65 zeigt die Regressionskoeffizienten der Variable „Alter“ für alle vier Regressionen, sowie die zugehörige Modellgüte. Es gibt keine Haupteffekte. Unter Kontrolle der Gruppenzugehörigkeit und der Testausgangsleistungen ergeben sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Alter und den Testausgangswerten.

Tabelle 65: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Alter.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 70)					
Alter	-0,006	0,006	-0,090	-0,948	0,347
$R^2 = 0,420$					
Beschreiben (N = 69)					
Alter	-0,002	0,006	-0,042	-0,422	0,674
$R^2 = 0,357$					
Erklären (N = 71)					
Alter	-0,007	0,006	-0,107	-1,062	0,292
$R^2 = 0,$					
Vorhersagen (N = 70)					
Alter	-0,006	0,008	-0,076	-0,754	0,454
$R^2 = 0,358$					

### Interaktionen

Im zweiten Schritt werden nun die Interaktionen zwischen dem Alter und der Gruppenzugehörigkeit untersucht, um einen gruppenspezifischen Einfluss des Geschlechts auf den Post-Test der PU zu untersuchen. Tabelle 66 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

Tabelle 66: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Alter, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Alter LLL * Alter LLLV * Alter

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

Ergebnisse:

Tabelle 67 zeigt die Interaktionsterme für die entsprechenden abhängigen Variablen. Die vollständige Tabelle befindet sich wiederum im Anhang. Die Regressionen zeigen keine Interaktion zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Alter. Dies bedeutet, dass das Alter der Studierenden keinen Einfluss auf die Post-Testergebnisse in der LLL-Gruppe oder in der LLLV-Gruppe bezüglich der Baseline ausübt.

*Tabelle 67: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Alter.*

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
LLL * Alter	0,003	0,019	0,178	0,132	0,895
LLLV * Alter	-0,013	0,017	-0,883	-0,756	0,452
$R^2 = 0,409$					
Beschreiben (N = 69)					
LLL * Alter	0,002	0,017	0,175	0,125	0,901
LLLV * Alter	-0,018	0,016	-1,394	-1,126	0,264
$R^2 = 0,383$					
Erklären (N = 71)					
LLL * Alter	0,008	0,019	0,574	0,403	0,688
LLLV * Alter	-0,007	0,018	-0,525	-0,424	0,673
$R^2 = 0,348$					
Vorhersagen (N = 70)					
LLL * Alter	0,004	0,024	0,256	0,183	0,855
LLLV * Alter	-0,008	0,022	-0,459	-0,373	0,710
$R^2 = 0,363$					

### 7.2.2.3 Das Personenmerkmal „Abiturnote“

Auch zum Personenmerkmal „Abiturnote“ werden zunächst die Haupteffekte berechnet und anschließend die Interaktionen zwischen Abiturnote und Gruppenzugehörigkeit. Wegen zweier ungültiger Angaben bezüglich der Abiturnote besteht die Ausgangsstichprobe aus 69 Studierenden.

Haupteffekte

Tabelle 68 zeigt das Modell der vier multiplen linearen Regressionen zur Berechnung der Haupteffekte unter Einschluss der Variable „Abiturnote“.

Tabelle 68: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Abiturnote und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Abiturnote

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

Ergebnisse:

Wiederum sind keine Haupteffekte zu erkennen (siehe Tabelle 69). Die vier Testausgangswerte werden unter Kontrolle der Testeingangswerte und der Gruppenzugehörigkeit nicht von der Abiturnote der Studierenden aus der Stichprobe beeinflusst.

Tabelle 69: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Abiturnote.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 68)					
Abiturnote	-0,002	0,002	-0,083	-0,866	0,390
$R^2 = 0,435$					
Beschreiben (N = 67)					
Abiturnote	0,000	0,002	0,021	0,200	0,842
$R^2 = 0,357$					
Erklären (N = 69)					
Abiturnote	0,000	0,003	-0,013	-0,127	0,899
$R^2 = 0,347$					
Vorhersagen (N = 68)					
Abiturnote	-0,003	0,003	-0,090	-0,884	0,380
$R^2 = 0,365$					

Interaktionen

Die Modelle der Regressionen für die Interaktionen zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Abiturnote werden wieder durch die Aufnahme der Terme LLL\*Abiturnote und LLLV\*Abiturnote erstellt.

Tabelle 70: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Abiturnote, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Alter LLL * Abiturnote LLLV * Abiturnote

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

### Ergebnisse:

Die Regressionskoeffizienten der Interaktionsterme der vier Modelle zeigen keine signifikant von Null verschiedenen Werte. Die Abiturnote moderiert somit die Post-Testergebnisse in der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe im Vergleich zur Baseline gleich.

Tabelle 71: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Abiturnote.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 68)					
LLL * Abiturnote	0,003	0,007	0,219	0,478	0,634
LLLV * Abiturnote	0,011	0,008	0,718	1,429	0,158
$R^2 = 0,457$					
Beschreiben (N = 68)					
LLL * Abiturnote	0,000	0,007	-0,009	-0,018	0,986
LLLV * Abiturnote	0,003	0,008	0,207	0,365	0,717
$R^2 = 0,316$					
Erklären (N = 68)					
LLL * Abiturnote	0,005	0,007	0,394	0,809	0,421
LLLV * Abiturnote	0,012	0,008	0,826	1,561	0,124
$R^2 = 0,403$					
Vorhersagen (N = 67)					
LLL * Abiturnote	-0,004	0,008	-0,198	-0,435	0,665
LLLV * Abiturnote	0,011	0,009	0,609	1,219	0,228
$R^2 = 0,466$					

#### 7.2.2.4 Das Personenmerkmal „Semester“

Als letztes Personenmerkmal wird die Variable „Semester“ zunächst zur Analyse des Haupteffekts und anschließend zur Untersuchung möglicher Interaktionseffekte in die Regressionsmodelle aufgenommen.

#### Haupteffekte

Tabelle 72 zeigt das Modell der vier multiplen linearen Regressionen zur Berechnung der Haupteffekte unter Einschluss der Variable „Semester“.

*Tabelle 72: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Semesterzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.*

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Semester

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

#### Ergebnisse:

Tabelle 73 zeigt die vier Regressionskoeffizienten zur Variable „Semester“ für die jeweiligen abhängigen Variablen. Der Testausgangswert zur Dimension *Beschreiben* lässt sich unter Kontrolle des Testeingangswertes und der Gruppenzugehörigkeit tendenziell durch die Variable Semester beschreiben. Unabhängig der Gruppenzugehörigkeit besitzen Studierende in höheren Semestern höhere Testausgangswerte zu dieser Dimension. Bezüglich des Testausgangswertes zur Gesamtfähigkeit und der Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* gibt es keine signifikanten Zusammenhänge mit der Semesterzugehörigkeit.

Tabelle 73: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Semester.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
Semester	0,025	0,016	0,152	1,527	0,131
$R^2 = 0,410$					
Beschreiben (N = 70)					
Semester	0,029	0,015	0,207	1,978	0,052
$R^2 = 0,351$					
Erklären (N = 71)					
Semester	0,019	0,016	0,121	1,150	0,254
$R^2 = 0,339$					
Vorhersagen (N = 70)					
Semester	0,028	0,020	0,144	1,402	0,166
$R^2 = 0,371$					

### Interaktionen

Letztlich werden nun die Interaktionen zwischen der Abiturnote und der Gruppenzugehörigkeit untersucht. Tabelle 74 zeigt das zugehörige Regressionsmodell.

Tabelle 74: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Semesterzugehörigkeit, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.

abhängige Variable	Testausgangsleistung (Post-Test)*
unabhängige Variablen	Testeingangsleistung (Pre-Test)* Dummy-Variable „LLL-Gruppe“ Dummy-Variable „LLLV-Gruppe“ Semester LLL * Semester LLLV * Semester

\* gemeint sind PU-Gesamttestergebnis, Beschreiben, Erklären, Vorhersagen

### Ergebnisse:

Tabelle 75 zeigt, dass die Testausgangsleistungen zur PU in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe von der Semesterzugehörigkeit bezüglich der Baseline nicht unterschiedlich beeinflusst werden. Der Haupteffekt in der Dimension *Beschreiben* konnte nicht einer speziellen Gruppe zugeschrieben werden.

Tabelle 75: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Semester.

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
LLL * Semester	0,056	0,040	0,989	1,403	0,165
LLLV * Semester	0,027	0,046	0,457	0,599	0,552
$R^2 = 0,428$					
Beschreiben (N = 70)					
LLL * Semester	0,039	0,036	0,807	1,102	0,274
LLLV * Semester	-0,015	0,041	-0,290	-0,365	0,716
$R^2 = 0,376$					
Erklären (N = 71)					
LLL * Semester	0,047	0,040	0,887	1,185	0,241
LLLV * Semester	0,025	0,047	0,435	0,527	0,600
$R^2 = 0,353$					
Vorhersagen (N = 70)					
LLL * Semester	0,046	0,049	0,671	0,925	0,359
LLLV * Semester	0,053	0,057	0,734	0,920	0,361
$R^2 = 0,382$					

#### Zusammenfassung der Ergebnisse zu den personenspezifischen Merkmalen

Die Regressionsanalysen zu den untersuchten Personenmerkmalen *Geschlecht*, *Alter*, *Abiturnote* und *Semesterzugehörigkeit* zeigen weitestgehend keinen Zusammenhang mit dem Testausgangswert zur PU, sowie mit den drei Dimensionen *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen*. Unter Kontrolle der Testausgangsleistung und der Gruppenzugehörigkeit lässt sich nur bezüglich der Dimension *Beschreiben* tendenziell ( $p = 0,052$ ) ein Zusammenhang zwischen der Semesterzugehörigkeit und dieser Dimension erkennen. Pro höheres Semester erhöht sich der Testausgangswert um durchschnittlich 0,029 Prozentpunkte. Bei allen anderen Tests der Haupteffekte wurden keine Zusammenhänge ermittelt. Insbesondere wurden auch keine Interaktionen zwischen den Personenmerkmalen und der Gruppenzugehörigkeit gefunden. Die Analysen ergaben keine Moderation der Personenmerkmale auf die Testausgangsleistungen in den einzelnen Gruppen. Bezüglich der Baseline ließen sich in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe keine merkmalspezifischen unterschiedlichen Ausprägungen erkennen.

### 7.3 Der Zusammenhang des Fachwissens und des didaktischen Wissens der Studierenden mit ihrer Professionellen Unterrichtswahrnehmung

Im ersten Schritt soll die Frage geklärt werden, inwieweit es einen Zusammenhang zwischen dem Fachwissen und dem didaktischen Wissen der Studierenden mit ihrer PU unabhängig von der Durchführung des Lehr-Lern-Labor Seminars gibt. Dafür wurden bivariate Korrelationen nach Pearson zwischen den Pre-Testergebnissen zum CK und zum TSPK mit den Pre-Testergebnissen zur PU gerechnet. Aus der Gesamtstichprobe haben sich 57 Studierende am Fachdidaktik-Test beteiligt und 49 Studierende am Fachwissenstest. Die Verteilung auf die Gruppen ist in Tabelle 76 dargestellt. Die sieben Studierenden aus der Baseline haben nur am Fachdidaktik-Test teilgenommen. Es gab einen Studierenden aus der LLLV-Gruppe, der nicht am CK-Test teilgenommen hat. Alle berücksichtigten Studierenden haben auch den Observer-Test zur PU durchgeführt. Tabelle 77 zeigt die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Testergebnisse bezogen auf die jeweilige Gesamtstichprobe.

Die Voraussetzung der Normalverteilung wurde für jede in die Regressionen aufgenommene Stichprobe überprüft (siehe Anhang A2). Die Shapiro-Wilk-Tests zeigen keine Abweichungen, sodass die Voraussetzung erfüllt wurde.

*Tabelle 76: Teilnehmerzahl für den Fachdidaktik-Test und für den Fachwissenstest aus den drei Gruppen.*

	Baseline	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Gesamt
Anzahl TSPK	7	28	22	57
Anzahl CK	0	28	21	49

*Tabelle 77: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testergebnisse der Gesamtstichprobe. Die Mittelwerte für die PU und die Dimensionen des Reasoning beziehen sich auf die Gesamtstichprobe N = 71.*

	PU	Beschreiben	Erklären	Vorhersagen	TSPK	CK
Mittelwert	0,330	0,410	0,281	0,287	0,510	0,546
SD	0,123	0,119	0,124	0,150	0,152	0,187

Tabelle 78 zeigt die Korrelationen zwischen den Testergebnissen zur PU (Pre-Test) und den Pre-Testergebnissen zum TSPK und CK. Es ergaben sich hohe Korrelationen zwischen den Testergebnissen zum Gesamtwert der PU und den Dimensionen des *Reasoning*. Die Korrelationen zwischen *Beschreiben* und *Erklären* bzw. *Vorhersagen* zeigen mittlere bis hohe Korrelationen. Zwischen dem TSPK-Test und der PU sowie den Dimensionen des *Reasoning* ergaben sich niedrige jedoch nicht signifikante Korrelationen. Zwischen dem CK und den Ergebnissen zur PU sind die Korrelationen leicht negativ, jedoch auch nicht signifikant. Letztlich gibt es einen leichten bis mittleren Zusammenhang zwischen dem CK- und dem TSPK-Test.

Tabelle 78: Korrelationen nach Pearson der Pre-Testergebnisse zur PU, zum CK und zum TSPK.

	PU Gesamt	Beschreiben	Erklären	Vorhersagen	TSPK
PU Gesamt					
Beschreiben	0,820**				
Erklären	0,928**	0,629**			
Vorhersagen	0,935**	0,652**	0,855**		
TSPK	0,140	0,102	0,161	0,066	
CK	-0,121	-0,115	-0,104	-0,131	0,380**

\*\* signifikant auf dem Niveau von 0,01 (zweiseitig), \* signifikant auf dem Niveau von 0,05 (zweiseitig) <sup>0</sup> signifikant auf dem Niveau von 0,1 (zweiseitig)

Im zweiten Schritt werden nun Zusammenhänge zwischen den Wissenszuwächsen im CK und TSPK bzw. den Fähigkeitenzuwächsen in der PU untersucht. Die Zuwächse der PU und ihrer *Reasoning* Dimensionen hängen vom Pre-Testwert ab. Bei kleinen Pre-Testwerten fällt der Zuwachs tendenziell stärker aus, als bei hohen Pre-Testwerten (Stürmer et al., 2013). Deshalb werden die Zuwächse zur PU als auch zum TSPK und CK nach Hake (1998) wie folgt berechnet:

$$g = \frac{\text{post} - \text{pre}}{\text{max} - \text{pre}}$$

Betrachtet werden nach dieser Formel nicht nur die Differenzen (post – pre) zwischen den Post-Werten und den Pre-Werten, sondern deren Normierung auf den maximal möglichen Wissenszuwachs (max – pre). Somit wird die Differenz (post – pre) stärker gewichtet, wenn der Pre-Wert hoch ist und schwächer bei einem niedrigen Pre-Wert. Man bezieht somit in die Wertung mit ein, dass die gleiche Differenz bei einem hohen Pre-Wert eine größere Leistung des Studierenden darstellt, als die gleiche Differenz bei einem niedrigen Pre-Wert. Anschließend werden bivariate Korrelationen nach Pearson

zwischen den g-Werten untersucht. Zunächst werden die Stichproben auf Ausreißer getestet und die Voraussetzung der Normalverteilung der Stichproben angegeben.

Ein Ausreißer in der LLL-Gruppe und zwei Ausreißer in der LLLV-Gruppe jeweils zum Fachwissenstest wurden für die folgenden Korrelationen ausgeschlossen (siehe Anhang A2). Die anschließenden Normalverteilungstests in den beiden Gruppen für alle in die Regressionen einbezogenen Variablen zeigen stets Normalverteilung (siehe Anhang A2). Tabelle 79 zeigt die Anzahl der Teilnehmer der Studierenden, die durchschnittlichen g-Werte und ihre Standardabweichungen der beiden Gruppen.

Tabelle 79: Anzahl der Teilnehmer, Mittelwerte und Standardabweichungen der g-Werte der beiden Gruppen.

		LLL-Gruppe			LLLV-Gruppe		
		Anzahl	Mittelwert	SD	Anzahl	Mittelwert	SD
g-Wert	PU	29	0,048	0,247	23	0,116	0,152
Gesamt							
g-Wert		29	0,096	0,269	23	0,104	0,178
Beschreiben							
g-Wert	Erklären	29	0,015	0,230	23	0,071	0,169
g-Wert		29	0,017	0,314	23	0,133	0,202
Vorhersagen							
g-Wert	TSPK	28	0,083	0,263	22	0,129	0,253
g-Wert	CK	27	0,152	0,413	19	0,199	0,314

### LLL-Gruppe

Die Ergebnisse in der LLL-Gruppe zeigen hohe signifikante Korrelationen zwischen den vier g-Werten der PU (siehe Tabelle 80). Hohe Wissenszuwächse zur PU und zu den Dimensionen des *Reasoning* bedingen sich gegenseitig. Zwischen den vier Zuwächsen der PU und den Zuwächsen im TSPK und im CK zeigt der Test keine Zusammenhänge. Zwischen den g-Werten des TSPK und des CK ergab sich eine signifikante mittelstarke Korrelation.

Tabelle 80: Korrelationen nach Pearson der g-Werte zur PU, CK und TSPK der LLL-Gruppe.

	g-Wert PU Gesamt	g-Wert Beschreiben	g-Wert Erklären	g-Wert Vorhersagen	g-Wert TSPK
g-Wert PU Gesamt					
g-Wert Beschreiben	0,875**				
g-Wert Erklären	0,903**	0,671**			
g-Wert Vorhersagen	0,931**	0,749**	0,794**		
g-Wert TSPK	-0,148	-0,084	-0,149	-0,230	
g-Wert CK	-0,040	0,128	-0,177	-0,032	0,456*

\*\* signifikant auf dem Niveau von 0,01 (zweiseitig), \* signifikant auf dem Niveau von 0,05 (zweiseitig) <sup>0</sup> signifikant auf dem Niveau von 0,1 (zweiseitig)

### LLLV-Gruppe

Auch in der LLLV-Gruppe ergeben sich zwischen dem Zuwachs im Gesamtergebnis zur PU und dem *Erklären* sowie dem *Vorhersagen* hohe positive Korrelationskoeffizienten (siehe Tabelle 81). Ein mittlerer signifikanter Zusammenhang existiert zwischen den g-Werten des Gesamtergebnisses zur PU und dem *Beschreiben*. Im Gegensatz dazu existieren keine signifikanten Korrelationen zwischen *Beschreiben* und den Dimensionen *Vorhersagen* bzw. *Erklären*, wobei zwischen dem Wissenszuwachs *Erklären* und *Vorhersagen* wiederum hohe Zusammenhänge zu erkennen sind. Betrachtet man den Zuwachs des didaktischen Wissens der Studierenden, so lassen sich keine Zusammenhänge zwischen den g-Werten zum TSPK und den Zuwächsen zur PU und ihren Dimensionen erkennen. Die Wissenszuwächse bezüglich dem CK und der PU zeigen außer beim *Beschreiben* mittlere negative Korrelationen. Dies bedeutet, dass Studierende, die einen hohen Wissenszuwachs bezüglich der PU hatten, sich im Fachwissen nicht merklich verbessern konnten. Zwischen den g-Werten des TSPK und des CK gibt es eine kleine bis mittlere Korrelation die auf einen Niveau von  $p < 0,1$  signifikant ist.

Tabelle 81: Korrelationen nach Pearson der g-Werte zur PU, CK und TSPK der LLLV-Gruppe.

	g-Wert PU Gesamt	g-Wert Beschreiben	g-Wert Erklären	g-Wert Vorhersagen	g-Wert TSPK
g-Wert PU Gesamt					
g-Wert Beschreiben	0,505*				
g-Wert Erklären	0,896**	0,304			
g-Wert Vorhersagen	0,903**	0,186	0,789**		
g-Wert TSPK	0,038	0,143	0,091	0,051	
g-Wert CK	-0,591**	0,061	-0,579**	-0,649**	0,431 <sup>0</sup>

\*\* signifikant auf dem Niveau von 0,01 (zweiseitig), \* signifikant auf dem Niveau von 0,05 (zweiseitig) <sup>0</sup> signifikant auf dem Niveau von 0,1 (zweiseitig)

### Zusammenfassung der Ergebnisse zum Abschnitt 7.3

Betrachtet man die Ergebnisse der Pre-Tests, so erkennt man zwischen den Ergebnissen der PU hohe Korrelationswerte. Diese werden im zweiten Teil der Analyse bei den Wissenszuwächsen in der LLL-Gruppe ebenfalls beobachtet. In der LLLV-Gruppe fällt auf, dass die Veränderungen in der Dimension *Beschreiben* keine signifikanten Korrelationen zu den anderen Dimensionen des *Reasoning* zeigt. Die Entwicklung in der Fähigkeit, Unterrichtssituationen richtig beschreiben zu können bedeutet offenbar nicht, dass sich auch die anderen beiden Dimensionen des *Reasoning* ähnlich entwickeln. Die weiteren Korrelationen bezüglich den Zuwächsen in den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* und bezüglich der Entwicklung der Gesamtfähigkeit der PU sind vergleichbar mit denen der LLL-Gruppe.

Zwischen den Pre-Testergebnissen zur PU und dem TSPK-Test bestehen keine Zusammenhänge. Diese konnten in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe beim Vergleich der Zuwächse auch nicht gefunden werden. Auch der Pre-Test zum Fachwissen zeigt keine Korrelationen zur PU. Bezüglich den Zusammenhängen der Zuwächse zum Fachwissen und den Zuwächsen zur PU zeigt sich in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe ein anderes Bild. In der LLL-Gruppe gibt es, wie bei den Korrelationen zu den Pre-Tests keine Zusammenhänge, wobei in der LLLV-Gruppe mittlere negative Korrelationen zwischen dem Zuwachs zum CK und zum Gesamtergebnis der PU, zum *Erklären* und zum *Vorhersagen* bestehen. Hohe Zuwächse im Fachwissen bedeuten niedrige Zuwächse im *Erklären* und *Vorhersagen*, sowie in der Gesamtfähigkeit der PU. Nur in der Dimension *Beschreiben* gibt es bezüglich des Wissenszuwachses keinen Zusammenhang zum Zuwachs im Fachwissen.

Zwischen dem Pre-Test zum TSPK und zum CK gibt es einen mittleren positiven Zusammenhang, der auch in den Untersuchungen zum Wissenszuwachs in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe bestätigt werden konnte.

#### 7.4 Rückmeldungen der Studierenden zur Videoanalyse

Am Ende des Seminars wurden die Studierenden aus der LLLV-Gruppe zu den Videoanalysen befragt. Es wurde abgefragt, inwieweit das Videografieren die Betreuungen in der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars aus Sicht der Studierenden beeinflusste und das anschließende Analysieren des eigenen Vorgehens für die Studierenden bei den Analysen hinderlich oder unangenehm war. Dadurch erhält man zum Nutzen der Videoanalysen nicht nur eine Rückmeldung über den Observer-Test, sondern zusätzlich aus studentischer Sicht eine weitere psychologische Komponente. Die Abfrage besteht aus fünf Items, die von den Studierenden auf einer sechsstufigen Likert-Skala von 1: „Trifft genau zu“ bis 6: „Trifft überhaupt nicht zu“ bewertet wurden (siehe Anhang A4). Die Verteilungen der Nennungen zu den einzelnen Aussagen sind im Folgenden zu sehen:

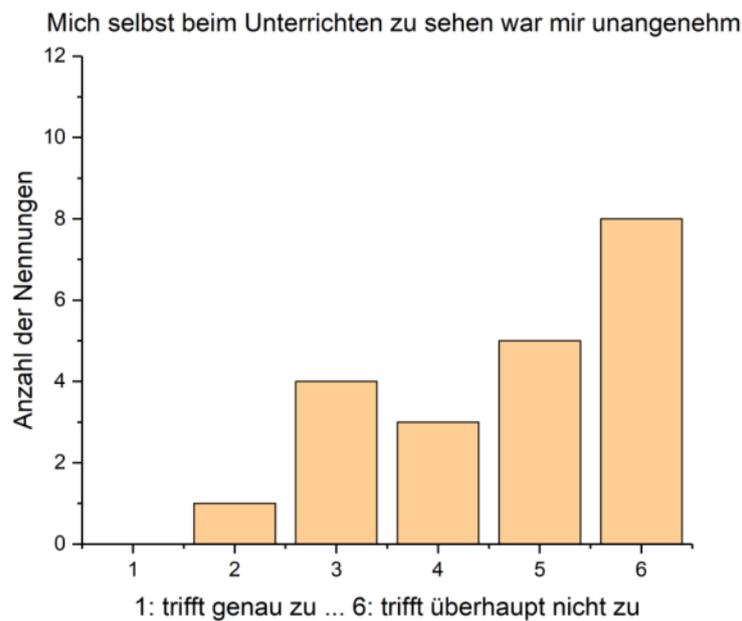


Abbildung 24: Bewertung der Studierenden zur Frage: "Mich selbst beim Unterrichten zu sehen war mir unangenehm."

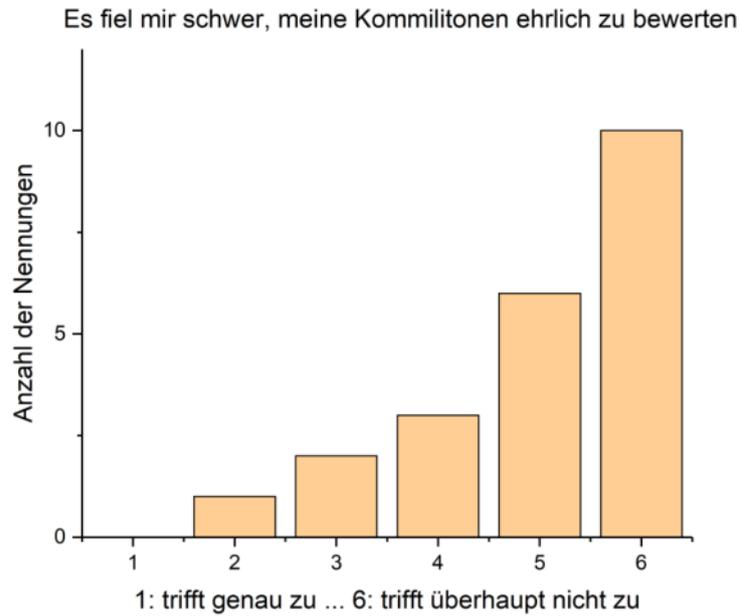


Abbildung 25: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Es fiel mir schwer, meine Kommilitonen ehrlich zu bewerten.“.

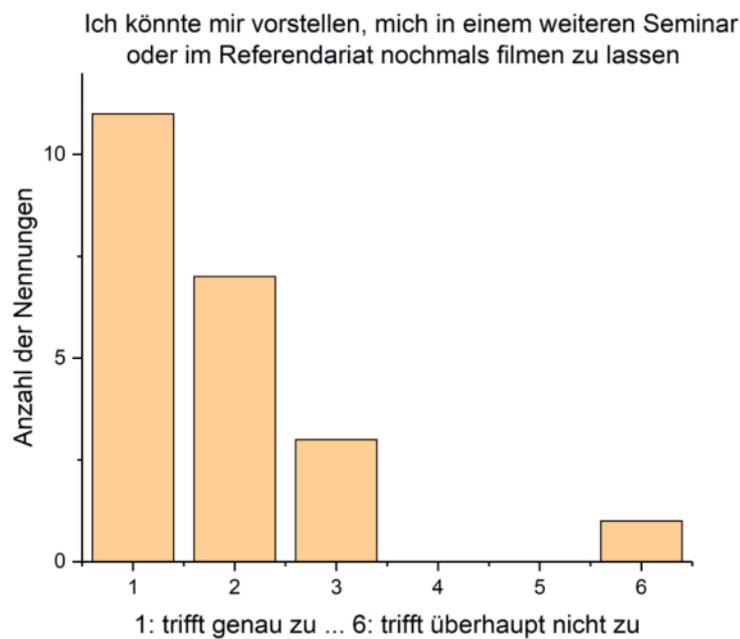


Abbildung 26: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Ich könnte mir vorstellen, mich in einem weiteren Seminar oder im Referendariat nochmals filmen zu lassen.“.



Abbildung 27: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Es fiel mir schwer, pädagogische Aspekte in den Videos zu erkennen.“

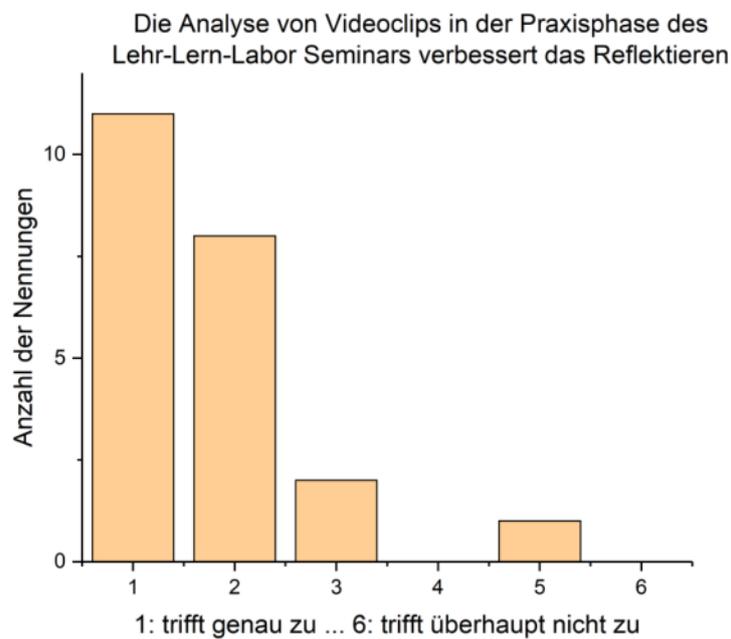


Abbildung 28: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Die Analyse von Videoclips in der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars verbessert das Reflektieren.“

Insgesamt waren die Rückmeldungen zu den Videoanalysen durchweg positiv. Knapp 62% der Studierenden wählten zur ersten Aussage Stufe 5 oder 6 („trifft überhaupt nicht zu“) und bewerteten die Analysen der eigenen Betreuungen damit als nicht unangenehm. Auch die Tatsache, seine Kommilitonen und nicht fremde Personen in kleinen Analysegruppen bewerten zu müssen, wurde größtenteils nicht als hinderlich empfunden. Dementsprechend wären weitere Videoanalysen des eigenen Unterrichtens in weiteren Seminaren an der Universität oder im Referendariat für fast alle Studierenden aus der LLLV-Gruppe vorstellbar. Falls vorhanden, senkten offensichtlich die Analysen die Hemmschwelle der Studierenden, sich selbst filmen zu lassen und das eigene Vorgehen zu bewerten oder bewerten zu lassen. Die Hälfte der Studierenden hatten ihrer Meinung nach auch keine größeren Schwierigkeiten, die Videoclips unter pädagogischen Gesichtspunkten zu analysieren. Die Videoclips der Durchführungen im Lehr-Lern-Labor Seminar bieten diesbezüglich aus studentischer Sicht genügend Inhalt. Das letzte Diagramm verdeutlicht nochmal die Akzeptanz und den Nutzen der Videoanalysen im Rahmen des Seminars aus Sicht der Studierenden. 19 der 22 Studierenden wählten Stufe 1 oder 2 und sahen die Videoanalysen als gewinnbringende Ergänzung zu den schon vorhandenen offenen Reflexionen.



## 8 Diskussion der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Wirksamkeit eines Lehr-Lern-Labor Seminars, welches verpflichtend in der Lehramtsausbildung der Physik-Lehrkräfte an der Universität Würzburg integriert wurde. Man wollte herausfinden, was das Seminar für die Professionalisierung der Studierenden leisten kann - und dies mit einem speziellen Blick auf die mögliche Entwicklung ihrer PU. Betrachtet man Studien zur Entwicklung der PU von Lehramtsstudierenden in der ersten Phase ihrer Ausbildung, so stößt man schnell auf die Relevanz der Reflexion, wobei jene häufig anhand videografierter Unterrichtsszenen praktiziert wird. Da Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor Seminar eine große Rolle spielen (siehe Abschnitt 4.2 und 4.5), stellte sich die Frage, ob das Lehr-Lern-Labor Seminar mit der speziellen Lernumgebung (siehe Abschnitt 2.3) zur Entwicklung der PU beitragen kann, und ob die Implementation zusätzlicher Videoanalysen der eigenen Betreuungen (siehe Abschnitt 4.5) diese Entwicklung merklich unterstützt. Mögliche weitere Einflussfaktoren, wie die Unterrichtserfahrung der Studierenden oder personenspezifische Merkmale, ergänzten die Fragestellungen. Zusätzlich stellte sich die Frage, ob das didaktische Wissen, bedingt durch die Konzeption der Experimentierstationen und der Erfahrungen in der Praxisphase, und das Fachwissen der Studierenden vergleichbare Veränderungen zu denen der PU zeigen. Diese Fragestellungen werden nun abschließend diskutiert.

### 8.1 Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar

Die Untersuchungen zeigten bezüglich der PU als Gesamtfähigkeit und den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* keine Entwicklungen bei denjenigen Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar, welche keine Videoanalysen durchgeführt haben. Dagegen zeigt der Pre-Post-Vergleich zur Dimension *Beschreiben* zunächst einen signifikanten Zuwachs in den Testergebnissen. Betrachtet man aber die zugehörige Regressionsanalyse, so kann man den Zuwachs nicht eindeutig auf das Seminar zurückführen. Vergleicht man die Dimensionen des *Reasoning* untereinander, so erkennt man, dass die Post-Testergebnisse zum *Beschreiben* im Vergleich zu den Fähigkeiten *Erklären* und *Vorhersagen* höher ausfallen, was im Einklang mit anderen Studien steht (Krammer et al., 2016; Seidel & Sturmer, 2014; Stürmer et al., 2013). Wie in den erwähnten Studien argumentiert liegt das wohl auch hier daran, dass die Fähigkeit des *Erklärens* von beobachteten Unterrichtseinheiten und das *Vorhersagen* des Lernens der Schülerinnen und Schüler eine stärker vernetzte Wissensstruktur des

zugrunde liegenden Wissens voraussetzt (Seidel & Stürmer, 2014). Die Dimension *Beschreiben* ist hingegen eine eher intuitive, nicht stark wissensbasierte Fähigkeit.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die mündlichen Reflexionsprozesse direkt nach den Durchführungen, die schriftlichen Reflexionen und die Beobachtungen während der Betreuungen, jeweils ohne Theoriebezug, nicht effektiv im Hinblick auf die Entwicklung der PU und ihrer Facetten wirken. Es scheint, als bezogen sich die Reflexionen durch die von den Studierenden selbst gewählten Beobachtungsschwerpunkte, als Resultat des fehlenden wissenschaftlichen Theoriebezuges, auf ihre subjektiven Theorien, die sie aus eigenen Erfahrungen aus ihrer Schulzeit oder aus Praktika aufgebaut haben. Der Bezug zu den zugrunde liegenden wissenschaftlich fundierten Theorien scheint nicht vorhanden zu sein.

Trotz der Vereinfachung der Reflexionen durch die Betrachtung von Microteaching-Einheiten fehlt den Studierenden wohl die Orientierung und dementsprechend die Fokussierung auf relevante Unterrichtsmerkmale. Durch die fehlende Erfahrung wissen die Studierenden nicht, was beobachtet werden soll (Berliner et al., 1989). Folglich werden die angebotenen Reflexionsmöglichkeiten nicht ausreichend und effektiv genutzt. Eine weiterführende Studie könnte an diesen Punkt ansetzen und die Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor Seminar genauer untersuchen. Daraus könnten Folgerungen für eine effektivere Gestaltung der Reflexionseinheiten generiert werden.

Ergänzend ist noch anzumerken, dass die Pre-Testwerte zur PU ähnlich der Studie von Krammer et al. (2016) über alle Studierende hinweg eine große Vorhersagekraft auf die Testausgangswerte besitzen. Je höher der Testeingangswert, desto höher war auch der Testausgangswert zur PU.

## **8.2 Der Einfluss von Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar**

Die Implementierung der Videoanalysen in das Lehr-Lern-Labor Seminar scheint einen ersten Schritt für eine effektive Weiterentwicklung des Seminars darzustellen und zeigt insgesamt einen positiven Effekt in der Entwicklung der PU. Die Pre-Post-Vergleiche der LLLV-Gruppe deuten eine Zunahme der Gesamtfähigkeit und auch aller Teilfähigkeiten des *Reasonings* an. Die zugehörigen Effektstärken zur Gesamtfähigkeit und zu den Dimensionen *Beschreiben* und *Vorhersagen* zeigen hohe Werte. Nur die Dimension *Erklären* fällt bezüglich den Effektstärken leicht ab, zeigt aber trotzdem signifikante positive Differenzwerte. Will man die Effekte zwischen der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe vergleichen, so muss berücksichtigt werden, dass die Testeingangsleistungen der LLLV-Gruppe im Vergleich zur LLL-Gruppe insgesamt niedriger waren. Betrachtet man nun die Regressionsanalysen, also den Vergleich mit

der Baseline, so ergibt sich eine signifikante Entwicklung in der Gesamtfähigkeit und es zeigen sich positive Tendenzen in den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen*. Zur Dimension *Beschreiben* zeigen die LLL-Gruppe und die LLLV-Gruppe vergleichbare positive, jedoch nicht signifikante Regressionskoeffizienten. Die Entwicklungen sind bezüglich dieser Dimension folglich gleich zu werten, was darauf schließen lässt, dass die Videoanalysen hierbei keinen zusätzlichen Effekt erzielen.

Doch wie lässt sich der insgesamt positive Effekt der Videoanalysen auf die Entwicklung der PU erklären? Entscheidend ist wohl die Konzeption der Videoanalysen. Im Sinne der *rule-example*-Strategie (Seidel et al., 2013) wurde die der Analyse zugrunde liegende Theorie vorher festgelegt. Dadurch fällt es den Studierenden leichter, ihr theoretisches Wissen anzuwenden (Seidel et al., 2013). Diese Fokussierung hilft den Studierenden im Sinne der Cognitive Load Theory bei ihren geschlossenen Analysen wichtige von unwichtigen Informationen zu trennen (Kirschner, 2002) und schützt vor einer Informationsüberflutung bei der Betrachtung der Videoclips. Auch die Gestaltung der Praxisphase kommt der Analyse entgegen. Die Beurteilung von Microteaching-Einheiten vereinfacht im Vergleich zu realem Unterricht im Klassenzimmer die Analyse, da man hierbei durch die Beobachtung von 3-5 Schülerinnen und Schülern immer das gesamte Geschehen im Blick hat und so möglichst wenige Informationen übersieht. In Anlehnung an die Videoanalysen von Biaggi und Kolleginnen (2013) sowie Santagata und Guarino (2011) passt sich die Schwierigkeit der Analyse durch die vorgegebenen Fragen im Analysebogen den eher geringen Erfahrungen der Studierenden beim Analysieren an. Speziell die Zweiteilung der Fragestellungen in einem Beobachtungsauftrag und einem anschließenden Bewertungsauftrag strukturierte nochmals das Vorgehen und gab zusätzliche Orientierung.

Nicht zu unterschätzen ist die Tatsache, dass das Geschehen im Vergleich zur mündlichen Reflexion wiederholt audio-visuell betrachtet werden konnte. Dies lässt weitere Details der Betreuungen erkennen, die bei einer Beobachtung vor Ort eventuell nicht aufgefallen sind und so die Beurteilung verbessern. Die Diskussionen sind so viel fruchtbarer, da bei der Videoanalyse alle Beteiligten die Betreuung sehen und einfacher beurteilen können als bei einer mündlichen Reflexion, bei der eventuell nur zwei Studierende bei der Betreuung tatsächlich dabei waren und beobachten konnten.

Trotz der kurzen Interventionsphase mit nur vier zusätzlichen Videoanalyseeinheiten lässt sich der Mehrwert der Videoanalysen im Seminar erkennen. Vergleichbare Projekte investierten deutlich mehr Zeit in ihre Analysen (vgl. Stürmer et al., 2013; Krammer et al., 2016). Dies ließ sich im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars nicht realisieren.

Die Rückmeldungen der Studierenden aus der Videogruppe zeigten zusammengefasst die Akzeptanz und den Nutzen der Videoanalysen aus studentischer Sicht. Es stellte sich heraus, dass das Bewerten der eigenen Betreuungen und das der Kommilitonen nicht als unangenehm wahrgenommen wurden. Die Videografie im Lehr-Lern-Labor könnte sogar dazu beigetragen haben, die Hemmnisse, sich selbst filmen zu lassen, zu überwinden sodass weitere Videoanalysen des eigenen Unterrichtens im Referendariat vorstellbar sind. Dies deutet darauf hin, dass bei den Videoanalysen im Seminar die nötige positive *Lernatmosphäre* für ein produktives Arbeitsklima vorhanden war (Kleinknecht, 2014). Entgegen der Befürchtung, inhaltlich zu wenig aus den Videoclips für die Entwicklung von Kompetenzen herauslesen zu können (Krammer & Hugener, 2014), boten die Videoclips aus studentischer Sicht genügend Anhaltspunkte, pädagogische Aspekte in den Microteaching-Einheiten zu erkennen, um darüber zu diskutieren. Die kritische Distanz, die hauptsächlich beim Bewerten fremden Unterrichts vorhanden ist (Krammer et al., 2016), war für produktive Videoanalysen im Rahmen des Lehr-Lern-Labor-Seminars nicht nötig.

Zusammengefasst lässt sich trotz der ähnlichen Testausgangsleistungen der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe eine Entwicklung der PU in der Videogruppe festzustellen. Im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars kann durch die Verknüpfung von Videoanalysen mit der Praxiserfahrung im Lehr-Lern-Labor Seminar die PU von Physik-Lehramtsstudierenden gefördert werden. Der Nutzen der Videoanalysen wurde nochmals aus studentischer Sicht untermauert.

### **8.3 Beschreibung weiterer Einflussfaktoren auf die Professionelle Unterrichtswahrnehmung**

#### Der Einfluss von Unterrichtserfahrung

Der Einbezug der Variable „Unterrichtserfahrung“ in die Regressionsmodelle lieferte aussagekräftige Ergebnisse. Der Einfluss auf die Gesamtfähigkeit und die Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* zeigte sich sogar als leicht größer, als der der Teilnahme an der Videogruppe. Die Vorhersagekraft zur Dimension *Beschreiben* ist vergleichbar groß. Es scheint, als ob Unterrichtserfahrung - hauptsächlich bedingt durch Schulpraktika - schon in der ersten Phase der Ausbildung das Erkennen und Bewerten von Unterricht positiv beeinflussen kann. Eventuell konnten sich durch Praktika schon früh in der Laufbahn der Lehramtsanwärter Erfahrungswerte und dementsprechend Anhaltspunkte für die Wahrnehmung bilden, die einerseits das Erkennen relevanter Unterrichtssituationen erleichtern und darüber hinaus für Erklärungen hilfreich sind. Bezieht man sich auf die Schematheorie, so können durch Erfahrungen

Filtermechanismen gebildet werden, die das *Noticing* von Unterrichtssituationen unterstützen (Kopp & Mandl, 2005). Wären Filtermechanismen nicht ausgeprägt, so gäbe es keine „selective attention“ (Sherin & Russ, 2014) und somit entweder weniger oder weniger relevante Unterrichtsszenen, die beschrieben oder begründet werden können.

Betrachtet man den Einfluss der Unterrichtserfahrung auf die PU unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit, so stellt sich heraus, dass dieser Effekt hauptsächlich in der Baseline und in der LLL-Gruppe zu erkennen ist, wobei die LLL-Gruppe in der Entwicklung der Gesamtfähigkeit und in den Dimensionen *Beschreiben* und *Erklären* scheinbar stärker profitiert, als die Baseline. Die Unterrichtserfahrungen scheinen durch die Praxiserfahrung im Lehr-Lern-Labor Seminar erweitert zu werden und unterstützen die Entwicklung der PU.

Die Videogruppe hingegen scheint bezüglich der Entwicklung der PU von der individuellen Unterrichtserfahrung wenig beeinflusst zu werden. Daraus lässt sich folgern, dass die Videoanalyse die Entwicklung der PU bei Studierenden mit wenig Unterrichtserfahrung kompensieren kann. Die Studierenden mit wenig Unterrichtserfahrung in der Videogruppe zeigen im Vergleich zur Baseline und zur LLL-Gruppe eine stärkere Entwicklung. Bei hoher Unterrichtserfahrung scheint die Gruppenzugehörigkeit eine geringere Rolle zu spielen. Dieses Ergebnis zeigt einerseits die Relevanz von Praxis, also Erfahrungen durch Praktika in Schulen, die von der Kultusministerkonferenz gefordert wurde, und andererseits die Limitation der positiven Effekte der Videoanalyse für Studierende mit viel Unterrichtserfahrung. Eine umfangreichere Analyse mit mehr als vier Sitzungen oder eine an den Erfahrungen der Studierenden angepasste Analyse hätte den positiven Effekt der Videoanalysen eventuell stärker bekräftigen können. Nochmals ist zu erwähnen, dass bei der Interpretation der Interaktionseffekte stets zu beachten ist, dass die Graphen eine Extrapolation der geschätzten Testausgangsleistungen zeigen. Diese sind für die Nennung „viel Unterrichtswahrnehmung“ schwer zu interpretieren, da die zugehörigen Werte nur mit wenigen Messwerten abgesichert werden konnten. Dementsprechend kann man für die Stufe „4“ (viel Unterrichtserfahrung) insgesamt nicht von einem Gruppenunterschied in der Entwicklung der PU und der Dimensionen des *Reasoning* sprechen. Zu dieser Problematik wurden Alternativanalysen durchgeführt. Zum einen wurden die Studierenden, die „viel“ Unterrichtserfahrung angegeben haben, von der Berechnung ausgeschlossen. In einer zweiten Analyse wurden die Stufen „3“ und „4“ zu einer Stufe zusammengefasst. Jedes Mal ergab sich der gleiche grundlegende Verlauf derart, dass die Videoanalyse wenig Unterrichtserfahrung kompensieren kann. Die Studierenden aus der Videogruppe mit wenig Unterrichtserfahrung erzielen weitestgehend die gleichen Entwicklungen wie die Studierenden aus der gleichen

Gruppe mit mehr Unterrichtserfahrung. Es zeigt sich bei jeder Analyse, dass sich die Gruppen für wenig Unterrichtserfahrung am stärksten unterscheiden und dieser Unterschied sich bei der Stufe „3“ ausgleicht.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Unterrichtserfahrung einen positiven Einfluss auf die Entwicklung der PU der Studierenden ausübt. Zusätzlich zeigte sich, dass die Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar geringe Unterrichtserfahrung offensichtlich kompensieren können, wenn die PU von Studierenden gefördert werden soll. Dies unterstützt die Relevanz der Videoanalysen im Seminar.

#### Die personenspezifischen Merkmale Geschlecht, Alter, Abiturnote und Semester

Vergleichbar mit der Studie von Stürmer et al. (Stürmer et al., 2014) zeigt die Abiturnote keinen Einfluss auf die Entwicklung der PU. Auch gruppenspezifisch zeigen sich keine unterschiedlichen Abhängigkeiten von der Abiturnote. Dieses Ergebnis unterstützt die Argumentation, dass die PU die Anwendung von zugrundeliegendem Wissen in konkreten praxisnahen Situationen (wie die im Lehr-Lern-Labor Seminar) fordert und die Abiturnote diesbezüglich ein zu distaler Prädiktor ist (Stürmer et al., 2015).

Ebenso zeigen sich auch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Entwicklung der PU. Dieses Ergebnis findet man auch in den jeweiligen Gruppen. Bezieht man sich auf die Videogruppe, so zeigen sich keine geschlechterspezifischen Präferenzen der Videoanalyse. Somit sind auch keine geschlechtsspezifischen Anpassungen der Analysen notwendig.

Auch der Prädiktor „Alter“ trägt nicht zur Vorhersage der Entwicklung der PU bei. Prinzipiell sollte sich mit höherem Alter auch die Wahrnehmung bedingt durch mehr Erfahrung verbessern (Berliner et al., 1989). Der Zeitraum zwischen 20 und 28 Jahren ist wohl zu gering und die erlebten Erfahrungen nicht prägend genug, sodass sich mit der vorliegenden Stichprobe kein positiver Zusammenhang zwischen der subjektiven Unterrichtserfahrung und dem Alter bestätigen ließ. Der zugehörige Korrelationskoeffizient nach Pearson, der jenen Zusammenhang beschreibt, ist sogar leicht negativ. Im Zeitraum der ersten Phase der Lehramtsausbildung bedingt ein höheres Alter nicht unbedingt mehr Erfahrung durch Praktika oder durch besuchte Seminare. Studierende mit höherem Alter nutzten wohl den Zeitraum vor ihrem Studium nicht, um zunächst Praxiserfahrung zu erlangen oder konnten diese ihrer Meinung nach nicht effektiv nutzen. Dies wurde jedoch in den Tests nicht explizit abgefragt. Im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars lassen sich in der LLLV-Gruppe

und in der LLL-Gruppe bezüglich der Baseline keine unterschiedlichen Entwicklungen in der PU bedingt durch das Alter erkennen.

Die Semesterzugehörigkeit zeigt hingegen tendenziell eine Vorhersagekraft der Entwicklung der Dimension *Beschreiben*. Ein höheres Semester bedeutet auch eine stärkere Entwicklung jener Dimension. Im Gegensatz zum Alter lässt sich dies wohl aussagekräftiger auf die Anzahl besuchter Kurse oder Praktika zurückführen. Da die PU die Anwendung zugrundeliegenden pädagogischen Wissens zum Lehren und Lernen fordert (Stürmer et al., 2012), könnte der Besuch eines Kurses zum entsprechenden Thema die Wahrnehmung unterstützen. Gleichzeitig steigt mit der Semesterzugehörigkeit im Allgemeinen auch die Anzahl der absolvierten Praktika. Beispielsweise steht das studienbegleitende Praktikum im Studienverlaufsplan ein Semester höher als das Lehr-Lern-Labor Seminar. Eventuell haben manche Studierende das Seminar parallel zum Lehr-Lern-Labor Seminar besucht oder sogar davor. Dass sich die Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* durch die Semestervariable nicht vorhersagen lassen, könnte wiederum daran liegen, dass jene Facetten stärker vernetzte Wissensstrukturen erfordern (Seidel & Shavelson, 2007), die im Rahmen der bereits besuchten Seminare nicht explizit erworben werden. Das *Beschreiben* von Unterrichtssituationen erfordert weniger vernetztes Wissen, sodass diese Stufe der kognitiven Anforderung von Studierenden bei Wahrnehmungsprozessen eher angewendet wird (Seidel & Prenzel, 2008). Bezogen auf die Gruppenzugehörigkeit im Lehr-Lern-Labor zeigt sich keine Abhängigkeit der Entwicklung der PU vom Semester.

## **8.4 Der Zusammenhang zwischen der PU, dem TSPK und dem CK**

### Vergleich der Pre-Tests

Im Rahmen der Überprüfung der vierten Forschungsfrage konnte zunächst kein Zusammenhang zwischen dem TSPK und der PU sowie zwischen dem CK und der PU vor der Durchführung des Seminars identifiziert werden. Die Anwendung der zugrunde liegenden Theorie zur PU ist offensichtlich unabhängig vom didaktischen Vorwissen sowie vom Fachwissen der Studierenden. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Blomberg et al. (2011) überein. Sie konnte zeigen, dass die PU verstärkt abhängig vom pädagogischen Wissen über Theorien zum Lehren und Lernen ist, und nicht vom domänenspezifischen Wissen der Studierenden. Die hohen Korrelationen zwischen den Facetten der PU decken sich mit den Ergebnissen von Stürmer et al. (2015). Die drei Dimensionen hängen offensichtlich zusammen (Stürmer et al., 2012), können aber als verschiedene Facetten aufgefasst werden (Seidel & Stürmer, 2014). Die positive

Korrelation zwischen dem CK und dem TSKP steht im Einklang mit Studien von Kirschner et al. (2012) und Sorge et al. (2017).

In einem zweiten Schritt wurden die Veränderungen im CK, TSPK und in der PU jeweils in der LLL-Gruppe und in der LLLV-Gruppe verglichen.

#### Zusammenhänge in der LLL-Gruppe

In der LLL-Gruppe wiederholte sich prinzipiell das Ergebnis der Pre-Tests. Die „normierten“ Zuwächse der Gesamtfähigkeit der PU und des *Reasoning* stehen nicht in einem signifikanten Zusammenhang mit den Zuwächsen im CK oder TSPK. Jedoch zeigte sich, dass sich das TSPK und das CK im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars vergleichbar entwickelt haben. Die PU scheint neben dem CK und dem TSPK als eine eigene „Säule“ zu stehen, die besser mit den fachdidaktischen Inhalten im Seminar verbunden werden müsste. Bei der Interpretation der Veränderungen muss jedoch berücksichtigt werden, dass speziell die Zunahme des didaktischen Wissens und des Fachwissens nicht in erster Linie durch das Lehr-Lern-Labor Seminar begründet werden können. Andere gerade nicht-didaktische Veranstaltungen beeinflussen speziell das Fachwissen der Studierenden wohl wesentlich stärker.

#### Zusammenhänge in der LLLV-Gruppe

In der LLLV-Gruppe zeigt sich ebenfalls das beschriebene Ergebnis der LLL-Gruppe für den Zusammenhang zwischen der PU, den Dimensionen des *Reasoning* und dem TSPK. Im Widerspruch zur Hypothese zeigt das Fachwissen negative Korrelationen zur Gesamtfähigkeit, zum *Erklären* und zum *Vorhersagen*. Große Zuwächse in der Gesamtfähigkeit der PU, im *Erklären* und im *Vorhersagen* bedingen keine oder kleine Zuwächse im CK oder umgekehrt. Zwischen dem *Beschreiben* und dem CK besteht wiederum kein Zusammenhang. Bedingt durch die teilweise starke Konzentration auf pädagogische, sowie didaktische Aspekte speziell bei den Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen* in den Videoanalysen, könnte das Fachwissen weniger berücksichtigt worden sein. Andererseits könnte eine zu einseitige Konzentration auf die fachlichen Inhalte die didaktische und pädagogische Argumentation bei den Videoanalysen erschweren. Grundsätzlich könnte das Ergebnis auch ein Hinweis auf die Vorlieben der Studierenden bezüglich ihrer Ausbildung sein. Liegt das Interesse des Einzelnen verstärkt in der Physik als Fachwissenschaft, so entwickelt sich jenes Wissen stärker, als die pädagogisch beeinflusste Fähigkeit der PU. Dies bezieht sich natürlich insbesondere

auf die Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen*, die im Vergleich zum *Beschreiben* auf der Anwendung von elaborierteren Wissensstrukturen beruhen (Stürmer et al., 2010). Liegt das Interesse eines Studierenden dagegen in der pädagogischen Auseinandersetzung des Lehrerhandelns, so könnte dies die stärkere Zunahme der PU erklären. Interessant wäre somit im Zusammenhang mit jenem Ergebnis der Vergleich mit dem Interesse an Videoanalysen und den der Videoanalyse zugrunde liegenden Theorien. Dieses korrelierte in der Studie von Stürmer et al. (2015) positiv mit der Gesamtfähigkeit der PU, mit dem *Erklären* und mit dem *Vorhersagen*, also mit genau den Dimensionen, die in der vorliegenden Arbeit negative Korrelationen mit dem Fachwissen aufweisen. Eventuell würden das Interesse und der Zuwachs des CK einen ähnlichen Zusammenhang mit dem Zuwachs in der PU zeigen.

Zu berücksichtigen ist, dass der Wissenszuwachs im CK schwer kontrolliert werden kann. Parallel zum Lehr-Lern-Labor Seminar besuchte Lehrveranstaltungen zu den fachlichen Inhalten des Seminars beeinflussen das CK wohl stärker als das Seminar selbst. Deshalb sind die g-Werte zum CK nur unter Berücksichtigung dieser Tatsache zu interpretieren.

Die nicht vorhandenen Korrelationen zwischen *Beschreiben* und *Vorhersagen* sowie *Beschreiben* und *Erklären* zeigen, dass die Studierenden in der Videogruppe auf unterschiedliche Weise von der Videoanalyse profitieren. Studierende, die sich im *Beschreiben* entwickelt haben, müssen sich nicht zwangsläufig im *Erklären* und *Vorhersagen* verbessert haben. Ähnlich wie van Es und Sherin (2002), könnte man zwischen den theoriebasierten Fähigkeiten des *Erklärens* und *Vorhersagens* und der weniger stark wissensbasierten Dimension *Beschreiben* unterscheiden und argumentieren, dass in den Videoanalysen unterschiedlich elaboriert bewertet wurde. Manche Studierenden nutzten die Analysen „oberflächlich“ und verbesserten die Fähigkeit des Beschreibens und manche nutzten die Möglichkeit theoriebezogen zu begründen und konzentrierten sich auf die Dimensionen *Erklären* und *Vorhersagen*.

Der Zusammenhang zwischen dem Zuwachs des TSPK und des CK der LLLV-Gruppe ist mit dem der LLL-Gruppe vergleichbar und wohl unabhängig von den Videoanalysen. Weitere Informationen zur Entwicklung des CK und des TSPK finden sich in der Arbeit von Schäfer (in Vorbereitung). Auch die Ergebnisse zur LLLV-Gruppe zeigen, dass das Konzept der PU im Rahmen des Lehr-Lern-Labors noch besser mit den didaktischen und fachlichen Inhalten verknüpft werden müsste.

## **8.5 Implikationen für die Gestaltung eines Lehr-Lern-Labor Seminars**

Welche Folgerungen ergeben sich nun aus den Ergebnissen für die Gestaltung des *Lehr-Lern-Labor Seminars*? Dazu muss zunächst die Frage gestellt werden, was hier mit dem Begriff „Lehre“ gemeint ist und was es diesbezüglich leisten soll.

Eine Hauptintention des Würzburger Lehr-Lern-Labor Seminars ist es, den Aspekt der Verknüpfung von Theorie und Praxis auszunutzen, indem fachdidaktisches Wissen, Fachwissen und pädagogisches Wissen angewendet werden, um Experimentierstationen zu erstellen und Handlungsrouninen einzuüben. Der Begriff „Lehre“ bezieht sich also hierbei auf die (eventuell erstmalige) Anwendung des fachdidaktischen und pädagogischen Vorwissens der Studierenden in konkreten Handlungssituationen (Völker & Trefzger, 2011). Für die Anwendung von Wissen in konkreten Situationen und für die Einübung von Handlungsrouninen ist aber nach dem horizontalen Kompetenzmodell von Blömeke et al. (2015) eine gewisse Wahrnehmung des Unterrichts vonnöten. Inwieweit das fachdidaktische Wissen tatsächlich angewendet wird, untersucht das Forschungsvorhaben von Schäfer (ehem. Fried) (Fried & Trefzger, 2017). Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Frage, inwieweit die PU im Seminar geschult wird.

Es konnte gezeigt werden, dass zur Förderung der PU im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars die vorhandenen offenen Reflexionsphasen nicht effektiv genug eingesetzt wurden. Um einen stärkeren Effekt zu erhalten, sollte stärker auf die Reflexionsprozesse im Seminar fokussiert werden. Dies bedeutet, dass auf die vielfältigen Reflexionsmöglichkeiten im Seminar und auf den daraus resultierenden Nutzen explizit eingegangen werden sollte. Nur dann wird auch der Fokus nicht nur auf die Erstellung der Stationen und die Betreuungen gelegt, sondern auch auf die Reflexionsprozesse. Zur effektiveren Gestaltung der Reflexionen direkt nach den Durchführungen sollte der Theoriebezug auch bei den mündlichen Reflexionen berücksichtigt werden. Damit dies nicht zu einer Überforderung führt, sollte im Sinne der Cognitive Load Theorie (Kirschner et al., 2006) auch hier ein Fokus gesetzt werden und ein Reflexionsaspekt vorgegeben werden. Beispielsweise könnte man sich auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler konzentrieren und dabei ihre Experimentelle Kompetenz bewerten oder die Reaktionen der Studierenden auf das Experimentieren der Schülerinnen und Schüler betrachten. Damit es während der Reflexionen nicht zu einer Überforderung kommt, sollten die zugrunde liegenden theoretischen Inhalte schon zu Beginn des Seminars kommuniziert werden. Dadurch erhalten die Studierenden nicht nur für die Reflexionen, sondern auch für die Konzeption der Experimentierstationen in der Vorbereitungsphase und für die Erstellung der Begleitmaterialien – wenn es beispielsweise um die Formulierung der Ziele einer Station oder um die sinnvolle Einbeziehung von Tetfolio (Haase et al., 2016) geht – eine gewisse zusätzliche Orientierung.

### Zur Videoanalyse

Die zusätzlichen theoriebezogenen Videoanalysen der eigenen Betreuungen können dazu beitragen, die Entwicklung der PU zu fördern. Konkret bedeutet dies, dass die Videoanalysen in der geschilderten Form implementiert werden können, wenn man auf die Förderung der PU im Rahmen des Seminars abzielt. Der Bezug auf die Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernatmosphäre* und *Lernbegleitung* erwies sich in Verbindung mit den beobachteten Microteaching-Einheiten als umsetzbar. Inwieweit andere zugrunde liegende Theorien ähnliche oder eventuell bessere Entwicklungen der PU zeigen, müssen Folgestudien untersuchen. Die Effektivität der Analysen lässt sich eventuell noch verbessern, wenn die Videoanalysen vorab mit Hilfe vorhandener Videoclips aus vorherigen Seminaren eingeübt werden. Dabei kann die Verknüpfung von Theorie und Praxisphase konkret an einem vorbereiteten Beispiel demonstriert und mit den Studierenden vorab besprochen werden (vgl. Krammer et al., 2016). Außerdem lässt sich dadurch die Relevanz der Reflexionsprozesse begründen. In Anlehnung an die Videoanalysen von Korneck et al. (2016) könnten die videografierten Studierenden ihre Videoaufzeichnungen vor der Analyse betrachten, um vorab eigene Fragestellungen in die Analysen mitzubringen, sodass der Einstieg in die Diskussionsphase erleichtert und das eigene Nutzen der Analyse bekräftigt wird. Insgesamt zeigte sich aus den Testergebnissen des Observer-Tools (siehe Abschnitt 7.1.2) und aus den Rückmeldungen der Studierenden (siehe Abschnitt 7.4), dass sich durch die Implementation der fragenbegleitenden Videoanalysen die Reflexionsqualität und -effektivität im Lehr-Lern-Labor Seminar verbesserte.

### Weitere Einflussfaktoren

Die Ergebnisse der Studie belegen, dass Unterrichtserfahrungen positiv zur Entwicklung der PU beitragen können. Ohne Videoanalysen spielen die Vorerfahrungen der Studierenden für die Entwicklung der PU eine große Rolle. Diese Erfahrungen sollten zu Beginn des Seminars aufgegriffen und diskutiert werden. Möglicherweise unterstützen sie die Erstellung der Stationen, die Betreuungen der Schülerinnen und Schüler und die einzelnen Reflexionen.

Die Ergebnisse der Videogruppe deuten an, dass Studierende mit wenig Unterrichtserfahrung mindestens genauso von den Betreuungen und den Videoanalysen profitieren, wie Studierende mit mehr Unterrichtserfahrung. Der Austausch und die Diskussionen in kleinen Gruppen bei den Analysen halfen den Studierenden gleichermaßen. Hier zeigt sich, dass Videoanalysen wenig Vorerfahrung der Studierenden kompensieren konnten. Die Analysen und Diskussionen bringen die

Studierenden insgesamt auf einen gleichen Stand. Dies spricht nochmals für die Implementation der Videoanalysen in das Seminar.

Die Ergebnisse der weiteren personenspezifischen Merkmale spielen bei der Konzeption des Lehr-Lern-Labor Seminars keine entscheidende Rolle. Die Ergebnisse zu den geschlechtsspezifischen Unterschieden, der Abiturnote, dem Alter oder zur Semesterzugehörigkeit geben keinen Hinweis auf genauere Berücksichtigung bezüglich der Gestaltung des Seminars oder der Videoanalysen.

Letztlich muss man sich überlegen, welche Kompetenzen im Lehr-Lern-Labor Seminar gezielt gefördert werden sollen. Die Korrelationsanalysen deuten an, dass es keine Verbindung zwischen der Entwicklung der PU und dem didaktischen Wissen der Studierenden gibt. Die Aufgabe für zukünftige Lehr-Lern-Labor Seminare sollte es sein, beide Bereiche zu verbinden, indem in den Reflexionen und speziell in den Videoanalysen konkret auf didaktische Aspekte fokussiert wird. Beobachten und bewerten lassen sich beispielsweise das Erkennen der experimentellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler nach Nawrath et al. (2011) und die daraus resultierenden Reaktionen der Studierenden.

Die Förderung von Fachwissen sollte im Lehr-Lern-Labor Seminar im Vergleich zur PU und zum didaktischen Wissen ein eher untergeordnetes Ziel sein. Die fachlichen Inhalte der Themengebiete sollten für den Studierenden keine großen Schwierigkeiten darstellen. Die Elementarisierung des Fachwissens und dessen Einbettung in ein schülergerechtes Experiment sowie die Beurteilung des Unterstützungsverhaltens beim Lernen der Schülerinnen und Schüler stellen die eigentliche Herausforderung im Lehr-Lern-Labor Seminar dar.

## **8.6 Kritische Betrachtung der Methoden und des Untersuchungsdesigns**

Im folgenden Abschnitt soll das methodische Vorgehen der Studie kritisch beleuchtet werden. Diskutiert werden das Studiendesign, die Analyseverfahren, das Messinstrument und die Einschränkungen durch die Rahmenbedingungen des Lehr-Lern-Labor Seminars.

### Zum Studiendesign

Die Studie wurde so konzipiert, dass die Intervention durch die Videoanalysen zusätzlich in das Seminar eingegliedert wurde. Natürlich wäre ein 2x2-Studiendesign

aussagekräftiger. Dies würde bedeuten, dass die Intervention aus der Teilnahme am Seminar und aus der Teilnahme an den Videostudien bestünde. In der vorliegenden Studie fehlt deshalb die Gruppe, die an der Videoanalyse teilnimmt, aber nicht am Seminar. Somit ist eine Aussage über die Wirkung der Videoanalyse unabhängig vom Seminar nicht möglich. Dies ließ sich jedoch nicht im Rahmen der vorliegenden Feldstudie umsetzen. Deshalb lässt sich nur die Wirkung des Seminars und die des Seminars inklusive der Videoanalysen mit der Baseline vergleichen.

Der Einfluss von Störgrößen, die die Messergebnisse verfälschen können, wurde durch die zufällige Zuteilung der Studierenden auf die LLL-Gruppe und auf die LLLV-Gruppe und durch die Hinzunahme der Baseline minimiert, wobei bei der Zuordnung der Studierenden zur Baseline nur darauf geachtet wurde, dass die Physik-Lehramtsstudierenden das Lehr-Lern-Labor noch nicht besucht haben. Trotzdem wird die interne Validität durch weitere Variablen, die die PU der Studierenden beeinflussen konnten, eingeschränkt. Beispielsweise könnten besuchte Lehrveranstaltungen zu den zugrundeliegenden Theorien der PU diese zusätzlich beeinflussen. Diese Einflüsse wurden in Erwägung gezogen, jedoch konnte keine Lehrveranstaltung ausgemacht werden, die konkret die PU, die verwendeten Unterrichtsmerkmale oder die Selbstbestimmungstheorie in Bezug auf die Unterrichtswahrnehmung thematisiert haben. Weitere Faktoren, wie mögliche Prüfungen am Ende der anderen Veranstaltungen würden das Lernen und damit auch das zugrunde liegende Wissen der Studierenden beeinflussen. Somit wäre die Variable „Teilnahme an den jeweiligen Veranstaltungen“ für den Einfluss auf die Entwicklung der PU zu vage.

Die Abfrage der Unterrichtserfahrung wurde durch die Selbsteinschätzung der Studierenden erfasst. Eine andere Möglichkeit wäre eine Erfassung durch die Angabe der Dauer der Praktika oder Aushilfen an Schulen. Da die Effektivität der Praktika und damit auch die Erfahrungen in den Schulen stark unterschiedlich ausfallen können, ist die Dauer weniger aussagekräftig. Somit wurde die Erfassung über die Selbsteinschätzung bevorzugt.

### Die Analyseverfahren

Der Einsatz von Regressionsmodellen hatte den Vorteil, dass stets die Gesamtstichprobe in die Modelle einbezogen und zur Varianzaufklärung beitragen konnte. Die Entwicklungen konnten stets durch die Betrachtung der Post-Tests als abhängige Variable unter Kontrolle der Testeingangsleistung ermittelt werden. Im Gegensatz zu multiplen ANOVAs konnten jedoch hierbei nicht mehrere abhängige Variablen

gleichzeitig betrachtet werden, sodass die Alphafehler-Kumulierung nicht berücksichtigt wurde (vgl. Field, 2016).

Für die Untersuchung der Abhängigkeit weiterer Einflussfaktoren, speziell bezüglich der gruppenspezifischen Unterrichtserfahrung wäre eine größere Stichprobe nötig gewesen, um die Aussagen stärker zu festigen. Erwartungsgemäß gaben nur wenig Studierende an, dass sie schon „viel“ Unterrichtserfahrung haben. Deshalb ließen sich die Gruppen zur Angabe „viel“ Unterrichtserfahrung schwer vergleichen. Zusätzlich wurde vorweg ein lineares Modell angesetzt, welches nicht unbedingt in diesem Zusammenhang zu erwarten sein musste.

#### Die Vorgaben aus dem Lehr-Lern-Labor Seminar

Bedingt durch die Teilnehmerzahlen im Lehr-Lern-Labor Seminar musste man die Erhebung auf mehrere Semester aufteilen. Daraus ergaben sich zwangsläufig Unterschiede, die schwer zu kontrollieren sind. Für eine bessere interne Validität wäre es ratsam gewesen, in jedem Semester das gleiche Hauptthema des Lehr-Lern-Labors anzusetzen. Dadurch wären die fachlichen Inhalte und die Jahrgangsstufe der Schülerinnen und Schüler vergleichbar. Außerdem würden sich dadurch vergleichbarere Videoclips ergeben. Da die betrachteten Unterrichtsmerkmale jedoch weitestgehend unabhängig vom Themengebiet sind, nimmt dies einen weniger entscheidenden Einfluss auf die Reflexionen im Seminar.

Die Interpretation der Ergebnisse wurde durch die verhältnismäßig kleine Stichprobe, bedingt durch die kleinen Teilnehmerzahlen der Seminare erschwert, was wiederum die Generalisierbarkeit einschränkt. Die Ergebnisse sind somit immer unter Berücksichtigung der (Teil-)Stichprobengröße zu bewerten. Durch die kleine Stichprobe wurden Aussagen zur Signifikanz erschwert, da sich bei kleineren Stichproben die Verteilungen so ändern, dass der Standardfehler tendenziell größer wird und die Wahrscheinlichkeit sinkt, einen signifikanten Effekt zu erhalten. Deshalb sollte neben der Bewertung des p-Wertes immer auch die Effektstärke oder der (standardisierte) Regressionskoeffizient berücksichtigt werden.

Für einen stärkeren Effekt der Videoanalysen in Verbindung mit dem Lehr-Lern-Labor Seminar wäre, neben der größeren Stichprobe auch eine intensivere Auseinandersetzung mit den erstellten Videoclips wünschenswert gewesen. Vergleichbare Studien investierten wesentlich mehr Zeit für die entsprechende Intervention (vgl. Stürmer et al., 2013; Gold et al., 2013; Krammer & Hugener, 2014). Dies ließen allerdings die Arbeitsbelastung der Studierenden, die das Seminar besuchten sowie das Rahmenkonzept des Seminars nicht zu.

Da die Studie im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars durchgeführt wurde, lassen sich die Ergebnisse auf andere Lehr-Lern-Labor Seminare generalisieren, die sich auf die Entwicklung der PU mit und ohne Videoanalysen der eigenen Durchführungen beziehen. Durch die Wahl der von den fachlichen Inhalten eher unabhängigen Unterrichtsmerkmale, lassen sich die Ergebnisse auch auf Lehr-Lern-Labore übertragen, die sich nicht auf physikalische Inhalte beziehen. Voraussetzung wäre aber ein vergleichbares Setting des Seminarablaufs und Lehr-Lern-Labore, die grundsätzlich mit Schülerexperimenten arbeiten. Andererseits wurde die externe Validität durch die Einschränkung auf die in dieser Studie verwendeten Unterrichtsmerkmale erniedrigt. Eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf andere Unterrichtsmerkmale ist nicht möglich. Die Entscheidung für die gewählten Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre* als Grundlage der Videoanalysen ergab sich daraus, dass diese in einem Microteaching-Setting wie dem im Lehr-Lern-Labor beobachtbar sind und somit für die Planung der Betreuungen und letztlich auch für die Reflexionen relevant sind.

#### Zum Messinstrument

Zur Messung der PU wurde der Observer-Test eingesetzt. Dieser erwies sich in den Studien von Seidel und Stürmer (2014), sowie Jahn (2014) als valide und reliabel und bildet die PU von Lehramtsstudierenden zuverlässig ab (siehe Abschnitt 6.2.1). Trotzdem wären aus physikdidaktischer Sicht Videoclips im Test wünschenswert gewesen, die lediglich Physikunterricht oder noch spezieller Betreuungen im Lehr-Lern-Labor Seminar zeigen. Dies würde eine validere Erfassung der PU der Studierenden durch die Teilnahme am Seminar ermöglichen. Die Teilnehmerzahlen des Seminars ließen aber eine Validierung eines selbst erstellten Testinstruments nicht zu. Alternativ hätte man die Entwicklung der PU auch qualitativ erfassen können. In Anlehnung an Sherin und van Es (2009) würde man vor und nach dem Lehr-Lern-Labor Seminar den Studierenden Videoclips von Lehr-Lern-Labor Betreuungen zeigen und mittels Interviews die Durchführungen diskutieren lassen. Die Interviews würde man aufnehmen und anschließend transkribieren. Die Transkripte könnte man anhand vorgegebener Kategorien codieren und auswerten. Durch das Pre-Post-Design könnte man dann auch eine Aussage über die Änderung der PU tätigen.



## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie sollte dazu beitragen, die Wirkung eines Lehr-Lern-Labor Seminars aus dem Fach Physik mit dem Fokus auf die Entwicklung der PU der teilnehmenden Lehramtsstudierenden zu untersuchen. Es stellte sich die Frage, inwieweit das schon etablierte Konzept des Seminars diese Entwicklung fördert und inwieweit zusätzliche neu konzipierte Videoanalyseeinheiten einen Mehrgewinn für die Entwicklung darstellen. Ist die Kompetenz der PU ausgeprägt, so zeigt sich die geforderte Verbindung zwischen dem Wissen und dem Handeln einer Lehrperson (vgl. Abschnitt 1 und Abschnitt 3.3). Für die Konzeption des Lehr-Lern-Labor Seminars interessierte, ob es einen Zusammenhang zwischen der Entwicklung der PU und des didaktischen Wissens oder des Fachwissens im Seminar gibt.

Für die Erhebung wurde die PU als Gesamtfähigkeit und die drei Dimensionen *Beschreiben*, *Erklären* und *Vorhersagen* von 52 Studierenden in einem Zeitraum von fünf Semestern vor und nach der Teilnahme am Lehr-Lern-Labor mit Hilfe des Observer-Tools erfasst. Zusätzlich wurden 19 Studierende befragt, die nicht das Seminar besuchten. Diese wurden in die Baseline aufgenommen. Für die Videoanalysen der eigenen Betreuungen wurden 23 Studierende während der Durchführungen videografiert. Für die Videoanalysen wurden aus dem Videomaterial Videoclips mit einer Länge von 3-7 Minuten erstellt, die mit Hilfe eines neu entwickelten theoriebezogenen Fragebogens analysiert wurden. Die Analysen bezogen sich auf die Unterrichtsmerkmale *Zielorientierung*, *Lernbegleitung* und *Lernatmosphäre*. Die PU der Studierenden wurde mit dem onlinebasierten Messinstrument „Observer“ erfasst (Seidel & Stürmer, 2014). Das didaktische Wissen sowie das Fachwissen der Studierenden wurden mit einem Paper-pencil-Test im Pre-Post-Design erfasst.

Die Entwicklung der PU wurde durch varianzanalytische Verfahren sowie anhand linearer Regressionsanalysen statistisch untersucht. Neben der Gruppenzugehörigkeit wurden noch weitere Einflussfaktoren auf die Entwicklung der PU in die Regressionsmodelle aufgenommen. Die Zusammenhänge zwischen der PU, dem fachdidaktischen Wissen und dem Fachwissen wurden mit Hilfe von bivariaten Korrelationen errechnet.

Die PU ist ein „... bedeutsamer Indikator für die professionelle Handlungskompetenz“ (Stürmer, 2011; S. 6), indem sie zeigt, inwieweit eine Lehrkraft in der Lage ist, ihr zugrunde liegendes Wissen im Unterricht oder während einer Unterrichtsbeobachtung anwenden zu können. Sie ist deshalb eine zentrale Voraussetzung für Entscheidungen der Lehrkraft und folglich für die positive Gestaltung des Unterrichts (Stürmer, 2011). Diese Studie deutet an, dass sich die PU im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars in

Verbindung mit zusätzlichen fragenunterstützten Videoanalysen insgesamt positiv beeinflussen lässt. Die persönlichen Rückmeldungen der Studierenden zu den Videoanalysen geben einen weiteren Hinweis auf eine gelungene Einbettung eines Videoanalysekonzepts im Rahmen des Lehr-Lern-Labor Seminars. Ohne Videoanalysen und ohne theoriegebundene geschlossene Reflexionen konnte keine Entwicklung festgestellt werden. Zusätzlich stellte sich die Unterrichtserfahrung der Studierenden als ein wichtiger Einflussfaktor heraus, der im Rahmen des Seminars beachtet und einbezogen werden muss, und zwar zu Beginn, bei der Planung der Stationen, bei den Durchführungen und vor allem in den Reflexionen und Analysen.

Ohne Videoanalysen zeigte sich kein Zusammenhang zwischen den Änderungen der PU und dem TSPK sowie der PU und dem CK. Folglich sollten didaktische Inhalte stärker mit Wahrnehmungsprozessen im Seminar verbunden werden. Die Studierenden in der Videoanalysegruppe zeigten bei größerer Zunahme des CK nur eine kleine Veränderung der PU und umgekehrt. Dies könnte ein Hinweis auf eine Typisierung in dem Sinne sein, dass es Studierende gibt, die sich verstärkt auf das Fachliche in der Ausbildung konzentrieren, und Studierende, die verstärkt Interesse an pädagogischen Aspekten zeigen.

Diese Studie zeigt erste Ergebnisse zur Lehr-Lern-Labor Forschung, impliziert aber gleichzeitig auch weitere Forschungsmöglichkeiten. Ein logischer nächster Schritt wäre die Fokussierung auf das Handeln der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar. Es stellt sich dabei die Frage, inwieweit die PU der Studierenden einen Einfluss auf ihr Handeln ausübt. Die mehrmaligen Betreuungen und Reflexionen im Lehr-Lern-Labor bieten dabei einen idealen Forschungsgegenstand, um eventuell auch Entwicklungen im Handeln zu diagnostizieren.

Um die Reflexionen neben den Videoanalysen im Lehr-Lern-Labor Seminar effektiver zu gestalten, könnte man in einem ersten Schritt aufdecken, ob und wie genau während der Betreuungen und in den anschließenden Reflexionssitzungen reflektiert wird. In einem zweiten Schritt könnten die Informationen für eine effektive Gestaltung der Reflexionseinheiten genutzt werden.

Die zukünftige Lehr-Lern-Labor-Forschung an der Universität Würzburg fokussiert auf der Wahrnehmung der Experimentierfähigkeit von Schülerinnen und Schüler durch die Studierenden bei ihren Betreuungen. In einem weiteren Schritt sollen auch ihre Handlungsscripts dokumentiert und durch Reflexionsprozesse eintretende Veränderungen festgestellt werden. Hierbei interessiert, ob man im Lehr-Lern-Labor Seminar durch die verbesserte Wahrnehmung auch einen Einfluss auf das anschließende Handeln erkennen kann (Boshuis & Geidel, 2017; Wucherer & Trefzger, 2017).

Auch an der Freien Universität in Berlin werden fächerübergreifend Reflexions- und Wahrnehmungsprozess als ein Hauptaspekt des Konzeptionsmodells genauer untersucht (Rehfeld et al., 2017).

Unabhängig von Lehr-Lern-Laboren untersuchen Wöhlke und Höttecke (2017) domänenspezifische Aspekte der Wahrnehmung und entwickeln ein online-basiertes Testinstrument bestehend aus Videovignetten und Testitems, welches das physikspezifische *Noticing* von Lehrkräften erfasst. Sie wollen herausfinden, inwieweit sich das *Noticing* im Rahmen einer universitären Lehrveranstaltung entwickelt und ob sich das physikspezifische *Noticing* vom geographiespezifischen *Noticing* unterscheidet.

Die professionelle Unterrichtswahrnehmung spielt also aktuell im Rahmen der Lehramtsausbildung für Physiklehrkräfte, als auch in anderen Fachgebieten eine wichtige Rolle. Sie bietet die einmalige Möglichkeit, die pädagogischen und didaktischen Theorien mit dem Handeln einer Lehrkraft zu verknüpfen. Somit ergibt sich mit ihr die Chance, die geforderte Verbindung von Theorie und Praxis schon frühzeitig in der ersten Phase der Lehramtsausbildung herzustellen. Diese Arbeit gibt erste Hinweise, wie die Professionelle Unterrichtswahrnehmung als Bindeglied zwischen Theorie und Praxis im Lehr-Lern-Labor Seminar gefördert werden kann.



## **10 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Verteilung des Geschlechts der Gesamtstichprobe. ....	79
Tabelle 2: Verteilung der Studienrichtung der Gesamtstichprobe. ....	79
Tabelle 3: Durchschnittswerte für Alter, Fachsemester und Abiturnote der Gesamtstichprobe. ....	79
Tabelle 4: Anzahl der Studierenden aus den Seminaren aufgeteilt in den Erhebungssemestern. ....	80
Tabelle 5: Verteilung des Geschlechts der Studierenden aus den Seminaren. ....	80
Tabelle 6: Verteilung der Studienrichtung der Studierenden aus den Seminaren. ....	81
Tabelle 7: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote der Studierenden aus dem Seminar aufgeteilt auf die Erhebungssemester. ....	81
Tabelle 8: Verteilung des Geschlechts der Studierenden in der Baseline. ....	82
Tabelle 9: Verteilung der Studienrichtung der Studierenden in der Baseline. ....	82
Tabelle 10: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote der Studierenden in der Baseline aufgeteilt auf die Erhebungssemester. ....	83
Tabelle 11: Verteilung des Geschlechts aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit. ....	83
Tabelle 12: Verteilung der Studienrichtung aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit. ...	83
Tabelle 13: Durchschnittswerte des Alters, des Fachsemesters und der Abiturnote aufgeteilt in die Gruppenzugehörigkeit. ....	83
Tabelle 14: Mögliche Wertebereiche für den standardisierten Regressionskoeffizienten. .....	85
Tabelle 15: Kodierung der Gruppenvariablen mit drei Ausprägungen. ....	89
Tabelle 16: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamttestergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der Baseline sowie die Differenz der Post- und Pre- Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma. ....	97
Tabelle 17: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der Baseline.....	97

Tabelle 18: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der LLL-Gruppe sowie die Differenz der Post- und Pre-Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma (N = 29).....	98
Tabelle 19: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der LLL-Gruppe.....	98
Tabelle 20: Mittelwerte und Standardabweichungen des Gesamtergebnisses zur PU im Pre- und Post-Test der LLLV-Gruppe sowie die Differenz der Post- und Pre-Testwerte gerundet auf zwei Stellen nach dem Komma. ....	99
Tabelle 21: Teststatistik der ANOVA mit Messwiederholung der LLLV-Gruppe.....	100
Tabelle 22: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit.....	101
Tabelle 23: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	102
Tabelle 24: Testergebnisse des Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit. ....	102
Tabelle 25: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der Dimension Beschreiben. ....	103
Tabelle 26: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	103
Tabelle 27: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Beschreiben. ....	104
Tabelle 28: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der Dimension Erklären. ....	104
Tabelle 29: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	105
Tabelle 30: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Erklären. ....	105
Tabelle 31: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Gruppenzugehörigkeit auf die Entwicklung der Dimension Vorhersagen.....	106
Tabelle 32: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	106
Tabelle 33: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Vorhersagen.....	107
Tabelle 34: Korrelationen nach Pearson zwischen den berücksichtigten Einflussfaktoren. In Klammern sind die jeweiligen Stichprobengrößen angegeben. Die Variable Geschlecht wurde folgendermaßen kodiert: „1“ = männlich, „2“ = weiblich. ....	109

Tabelle 35: Verteilung der Unterrichtserfahrung. ....	109
Tabelle 36: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit. ....	110
Tabelle 37: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	111
Tabelle 38: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit der PU. ....	111
Tabelle 39: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Beschreiben.....	112
Tabelle 40: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	112
Tabelle 41: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Beschreiben. ...	113
Tabelle 42: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Erklären.....	113
Tabelle 43: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	113
Tabelle 44: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Erklären. ....	114
Tabelle 45: Regressionsmodell zur Untersuchung des Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Vorhersagen. ....	114
Tabelle 46: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	115
Tabelle 47: Testergebnisse des erweiterten Regressionsmodells zum Vorhersagen....	115
Tabelle 48: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der PU als Gesamtfähigkeit.....	116
Tabelle 49: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	117
Tabelle 50: Testergebnisse des Regressionsmodells zur Gesamtfähigkeit mit den Interaktionstermen. ....	117
Tabelle 51: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Beschreiben.....	118
Tabelle 52: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	118

Tabelle 53: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Beschreiben mit den Interaktionstermen. ....	119
Tabelle 54: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Erklären.....	119
Tabelle 55: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	120
Tabelle 56: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Erklären mit den Interaktionstermen. ....	120
Tabelle 57: Regressionsmodell zur Untersuchung des gruppenspezifischen Einflusses der Unterrichtserfahrung auf die Entwicklung der Dimension Vorhersagen. ....	120
Tabelle 58: ANOVA zur Testung der Signifikanz des Modells.....	121
Tabelle 59: Testergebnisse des Regressionsmodells zum Vorhersagen mit den Interaktionstermen. ....	121
Tabelle 60: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht und der Entwicklung der PU.....	125
Tabelle 61: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Geschlecht.....	125
Tabelle 62: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Geschlecht, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.....	126
Tabelle 63: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Geschlecht. ....	126
Tabelle 64: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Alter und der Entwicklung der PU. ....	127
Tabelle 65: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Alter. ....	128
Tabelle 66: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen dem Alter, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU. ....	128
Tabelle 67: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Alter.....	129
Tabelle 68: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Abiturnote und der Entwicklung der PU.....	130
Tabelle 69: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Abiturnote.....	130

Tabelle 70: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Abiturnote, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.....	131
Tabelle 71: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Abiturnote.....	131
Tabelle 72: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Semesterzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.....	132
Tabelle 73: Testergebnis der Regression für den Prädiktor Semester.....	133
Tabelle 74: Regressionsmodell zur Bestimmung möglicher Zusammenhänge zwischen der Semesterzugehörigkeit, der Gruppenzugehörigkeit und der Entwicklung der PU.....	133
Tabelle 75: Testergebnis der Interaktionseffekte für den Prädiktor Semester.....	134
Tabelle 76: Teilnehmerzahl für den Fachdidaktik-Test und für den Fachwissenstest aus den drei Gruppen.....	135
Tabelle 77: Mittelwerte und Standardabweichungen der Testergebnisse der Gesamtstichprobe. Die Mittelwerte für die PU und die Dimensionen des Reasoning beziehen sich auf die Gesamtstichprobe N = 71.....	135
Tabelle 78: Korrelationen nach Pearson der Pre-Testergebnisse zur PU, zum CK und zum TSPK.....	136
Tabelle 79: Anzahl der Teilnehmer, Mittelwerte und Standardabweichungen der g-Werte der beiden Gruppen.....	137
Tabelle 80: Korrelationen nach Pearson der g-Werte zur PU, CK und TSPK der LLL-Gruppe.....	138
Tabelle 81: Korrelationen nach Pearson der g-Werte zur PU, CK und TSPK der LLLV-Gruppe.....	139



## 11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundlegende Klassifizierung von Schülerlaboren nach Haupt (2015)....	6
Abbildung 2: Der Ablauf des Lehr-Lern-Labor Seminars. ....	10
Abbildung 3: Experimentierstation „Braun‘sche Röhre“ zum Thema Elektrizitätslehre. .....	11
Abbildung 4: Schülerinnen, Studentin und Dozent an einer Station zum Thema „Biophysik“ . ....	13
Abbildung 5: Einordnung des Lehr-Lern-Labors in die drei Schlüsselkomponenten des Lernens für die Praxis nach Grossman (2009). Die Abstufungen des „Approximation of Practice“ sind als kontinuierliche Annäherung an die Praxis zu verstehen. Die Unterpunkte der Facetten „Representation“ und „Decomposition“ sind als gleichwertig zu betrachten.....	18
Abbildung 6: Goodwin’s Aspekte, die die professionelle Wahrnehmung eines Experten charakterisieren.....	21
Abbildung 7: Die Dimensionen der Professionellen Unterrichtswahrnehmung nach van Es und Sherin (2002). ....	22
Abbildung 8: Die zwei Dimensionen der PU mit den drei Dimensionen des Reasoning (gemäß Seidel & Stürmer, 2014; S. 7). ....	25
Abbildung 9: Modell für Lehrerkompetenzen adaptiert nach Baumert und Kunter (2011), bezogen auf den Physikunterricht. ....	27
Abbildung 10: Wahrnehmung und Interpretation als Bindeglied zwischen den Dispositionen und der Handlung (vgl. Blömeke et al., 2015). ....	29
Abbildung 11: Wirkmechanismen zwischen Wissen und Handeln.....	30
Abbildung 12: Zwei Arten der Motivation mit dem Internalisations – und Integrationsprozess, die in der letzten Stufe zum selbstbestimmten Handeln führen (vgl. Ryan & Deci, 2000). ....	33
Abbildung 13: Ebenen und Formen der Reflexion adaptiert nach Wyss (2008). Farblich gekennzeichnet sind die drei Reflexionsvorgänge, die im Lehr-Lern-Labor Seminar stattfinden. ....	46

Abbildung 14: Vorgehen zur Analyse von Unterrichtsvideos nach Biaggi, Krammer und Hugener (2013).....	52
Abbildung 15: Vorgehensweise bei der Erstellung des Videoanalyse Kurses im Lehr-Lern-Labor Seminar erweitert nach Blomberg et al. (2013). ....	53
Abbildung 16: Zu sehen sind Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren sowie ein Student als Betreuer an der Station zum Thema Auge. Zusätzlich ist die aktuelle Folie eingblendet, mit der die Schülerinnen und der Schüler gerade arbeiten. ....	58
Abbildung 17: Darstellung des Einflusses der Unterrichtsmerkmale auf die grundlegenden Bedürfnisse der Schülerinnen und Schülern nach der Selbstbestimmungstheorie (SDT) und deren Einflüsse auf ihre Motivation. ....	60
Abbildung 18: Überblick über den Ablauf der Praxisphase im Lehr-Lern-Labor Seminar. Direkt nach den Durchführungen finden die Nachbesprechungen statt. Anschließend können die Studierenden ihre Stationen verbessern. Für die Hälfte der Studierenden finden zwischen den Durchführungen Videoanalysen auf Grundlage der Unterrichtsmerkmale statt.....	70
Abbildung 19: Überblick über das Studiendesign: Abgebildet sind die drei Gruppen, die Unterrichtsmerkmale, die Grundlage der Videoanalysen sind, die zwei Phasen des Seminars und das Messinstrument „Observer“, das im Pre-Post-Design eingesetzt wurde. ....	71
Abbildung 20: Beispielbild des Observer-Tools. Abgebildet sind ein Standbild eines Videoclips und die zu bewertenden Items. ....	75
Abbildung 21: Untersuchte Konstrukte der PU in der Skalierungsstudie (vgl. Seidel und Stürmer, 2014). ....	76
<i>Abbildung 22: Darstellung einer Regressionsgeraden mit den drei Fehlerarten. Die gepunktete Strecke entspricht dem gesamten Fehler, die gestrichelte Strecke den erklärbaren Fehler und die Strichpunkt-Strecke das Residuum. Die Punkte entsprechen den Messwerten. Die Parallele zur x-Achse markiert den Mittelwert y der y-Werte. ....</i>	<i>87</i>
Abbildung 23: Veranschaulichung der Interaktion zwischen der Gruppenzugehörigkeit und der Unterrichtserfahrung. Gezeigt wird der Zusammenhang zwischen der Unterrichtserfahrung und der PU sowie der drei Dimensionen des Reasoning unterteilt auf die drei Gruppen.....	123

Abbildung 24: Bewertung der Studierenden zur Frage: "Mich selbst beim Unterrichten zu sehen war mir unangenehm." .....	140
Abbildung 25: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Es fiel mir schwer, meine Kommilitonen ehrlich zu bewerten.“ .....	141
Abbildung 26: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Ich könnte mir vorstellen, mich in einem weiteren Seminar oder im Referendariat nochmals filmen zu lassen.“ .....	141
Abbildung 27: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Es fiel mir schwer, pädagogische Aspekte in den Videos zu erkennen.“ .....	142
Abbildung 28: Bewertungen der Studierenden zur Aussage: „Die Analyse von Videoclips in der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars verbessert das Reflektieren.“ .....	142



## 12 Literaturverzeichnis

- Altrichter, H., & Posch, P. (2007). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung* (4., überarbeitete und erweiterte Auflage). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2016). *Multivariate Analysemethoden*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bandura, A. (ca. 1995). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory* (7th print). *Prentice Hall series in social learning theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Baumert, J., & Lehmann, R. (1997). *TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Imprint.
- Becker, G. E. (1973). *Optimierung schulischer Gruppenprozesse durch situatives Lehrtraining: Mit Studienmaterialien u. Trainingsunterlagen. Gruppenpädagogik, Gruppendynamik: Vol. 3*. Heidelberg: Quelle und Meyer.
- Berliner, D., Stein, P., Sabers, D., Clarridge, P., Cushing, K., & Pinnegar, S. (1989). Implications of research on pedagogical expertise and experience in mathematics teaching. In D. A. Grouws (Ed.), *Research agenda for mathematics education: Vol. 1. Perspectives on research on effective mathematics teaching* (2nd ed., pp. 67–95). Hillsdale N.J.: Erlbaum.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463–482. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Biaggi, S., Krammer, K. & Hugener, I. (2013). Vorgehen zur Förderung der Analysekompetenz in der Lehrerbildung mit Hilfe von Unterrichtsvideos: Erfahrungen aus dem ersten Studienjahr. *SEMINAR*, 19(2), 26–34.
- Blomberg, G., Renkl, A., Sherin, M. G., Borko, H., & Seidel, T. (2013). Five research-based heuristics for using video in pre-service teacher education. *Journal for Educational Research Online*, 5(1), 90–114.
- Blomberg, G., Sherin, M. G., Renkl, A., Glogger, I., & Seidel, T. (2014). Understanding video as a tool for teacher education: investigating instructional strategies to promote reflection. *Instructional Science*, 42(3), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9281-6>
- Blomberg, G., Stürmer, K., & Seidel, T. (2011). How pre-service teachers observe teaching on video: Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video.

- Teaching and Teacher Education*, 27(7), 1131–1140.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.04.008>
- Blömeke, S. (2009). *Lehrerbildung in Deutschland*. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Bolhuis, S. (2003). Towards process-oriented teaching for self-directed lifelong learning: a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 13(3), 327–347. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00008-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00008-7)
- Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E., & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 417–436. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.012>
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler: Mit 163 Tabellen* (7., vollst. überarb. und erw. Aufl.). *Springer-Lehrbuch*. Berlin: Springer.
- Boshuis, T., & Geidel, E. (2017). Verbesserung der Reflexionskompetenz im Lehr-Lern-Labor durch Anleitung und Konzeption offener Experimente. Retrieved from [https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/06000060/03B\\_Bildungsforschung/PSE\\_Promotionskolleg/Poster\\_2017-11-11/Boshuis.pdf](https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/06000060/03B_Bildungsforschung/PSE_Promotionskolleg/Poster_2017-11-11/Boshuis.pdf)
- Brophy, J. E. (2000). *Teaching. Educational Practices Series 1*: International Bureau of Education, P.O. Box 199, 1211 Geneva, 20, Switzerland.
- Brophy, J. E. (©2004). *Using video in teacher education. Advances in research on teaching: v. 10*. Amsterdam, London: JAI.
- Brüning, A.-K. Untersuchungen zur Profilbildung und Evaluation von Lehr-Lern-Laboren im Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ der DTS. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (pp. 210–213). Retrieved from <https://eldorado.tu-dortmund.de/handle/2003/35710>\* (Original work published 2016).
- Brunnhuber, P. (1988). *Prinzipien effektiver Unterrichtsgestaltung* (17. Aufl.). Donauwörth: Auer.
- Buff, A., Reusser, K., Rakoczy, K., & Pauli, C. (2011). Activating positive affective experiences in the classroom: “Nice to have” or something more? *Learning and Instruction*, 21(3), 452–466. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.07.008>

- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hoboken: Taylor and Francis. Retrieved from <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1192162>
- Davis, E. A. (2006). Characterizing productive reflection among preservice elementary teachers: Seeing what matters. *Teaching and Teacher Education*, 22(3), 281–301. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.11.005>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2).
- Dohrmann, R., & Nordmeier, V. (2015). Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore (LLL): Ein Projekt zur forschungsorientierten Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Eds.), *Beiträge der DPG-Frühjahrstagung: Didaktik der Physik*. Retrieved from <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/658>
- Dohrmann, R., & Nordmeier, V. (2018). Praxisbezug und Professionalisierung im Lehr-Lern-Labor-Seminar (LLLS) - ausgewählte vorläufige Ergebnisse zur professionsbezogenen Wirksamkeit. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 515–518).
- Düchs, G., & Ingold, G.-L. (2016). Gut geparkt ist noch nicht studiert. *Physik Journal*, (9), 28–33.
- Ellis, P. D. (2015). *The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results* (8th printing). Cambridge: Cambridge University Press.
- Elsholz, M., & Trefzger, T. (2017). Professionalisierung durch Praxisbezug – Begleitforschung zu den Würzburger Lehr-Lern-Laboren. In C. Maurer (Ed.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (Vol. 37, pp. 488–491).
- Field, A. P. (2016). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: And sex and drugs and rock'n'roll* (4th edition, [reprinted]). Los Angeles: Sage Publications.
- Fischler, H. (2008). Physikdidaktisches Wissen und Handlungskompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14.
- Frederiksen, J. R. (1992). Learning to “see”: Scoring video portfolios or “beyond the hunter-gatherer in performance assessment. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*.

- Frederiksen, J. R., Sipusic, M., Sherin, M., & Wolfe, E. W. (1998). Video Portfolio Assessment: Creating a Framework for Viewing the Functions of Teaching. *Educational Assessment*, 5(4), 225–297. [https://doi.org/10.1207/s15326977ea0504\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326977ea0504_1)
- Fried, S., & Trefzger, T. (2017). Eine qualitative Untersuchung zur Anwendung von physikdidaktischem Wissen im Lehr-Lern-Labor. In C. Maurer (Ed.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (Vol. 37, pp. 492–495).
- Gold, B., Förster, S., & Holodynski, M. (2013). Evaluation eines videobasierten Trainingsseminars zur Förderung der professionellen Wahrnehmung von Klassenführung im Grundschulunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27(3), 141–155. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000100>
- Goodwin, C. (1994). Professional Vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633.
- Grossman P., Compton C., Igra D., Ronfeldt M., Shahan E., & Williamson P. W. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111(9), 2055–2100.
- Haase, S., Kirstein, J., & Nordmeier, V. (Eds.) 2016. *tet.folio: Neue Ansätze zur digitalen Unterstützung individualisierten Lernens*. Retrieved from <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/issue/view/281>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hascher, T. (2003). Well-being in school - why students need social support. In P. Mayring & C. v. Rhöneck (Eds.), *Learning emotions: The influence of affective factors on classroom learning* (pp. 127–142). Frankfurt am Main, New York: P. Lang.
- Hattie, J. (Ed.). (2014). *Lernen sichtbar machen* (2., korrigierte Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Haupt, O. J. (2015). *Schülerlabor-Atlas 2015: Schülerlabore im deutschsprachigen Raum* (1. Aufl.). Stuttgart: Klett MINT.
- Havers, N. (2002). *Trainingsverfahren für die Lehrerausbildung im deutschen Sprachraum*. Weinheim: Beltz.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (1. Aufl.). Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Helmke, A. (2013). Interview by V. Reinhardt.
- Hoppe-Graff, S., Schroeter, R., & Flaggmeyer, D. (2008). Universitäre Lehrerausbildung auf dem Prüfstand. *Empirische Pädagogik*, 22(3), 353–381.

- Jahn, G. (2014). Studien zur Überprüfung der Validität eines Instruments zur Erfassung professioneller Unterrichtswahrnehmung von Lehramtsstudierenden (Dissertation). Technische Universität, München.
- Jahn, G., Stürmer, K., Seidel, T., & Prenzel, M. (2014). Professionelle Unterrichtswahrnehmung von Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 46(4), 171–180. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000114>
- Jahn, G., Prenzel, M., Stürmer, K. & Seidel, T. (2011). Varianten einer computergestützten Erhebung von Lehrerkompetenzen: Untersuchungen zu Anwendungen der Tools Observer. *Unterrichtswissenschaft*, 39(2), 136–153.
- Kersting, N. (2008). Using Video Clips of Mathematics Classroom Instruction as Item Prompts to Measure Teachers' Knowledge of Teaching Mathematics. *Educational and Psychological Measurement*, 68(5), 845–861. <https://doi.org/10.1177/0013164407313369>
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Sotelo, F. L., & Stigler, J. W. (2009). Teachers' Analyses of Classroom Video Predict Student Learning of Mathematics: Further Explorations of a Novel Measure of Teacher Knowledge. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 172–181. <https://doi.org/10.1177/0022487109347875>
- Kiemer, K., Gröschner, A., Pehmer, A.-K., & Seidel, T. (2015). Effects of a classroom discourse intervention on teachers' practice and students' motivation to learn mathematics and science. *Learning and Instruction*, 35, 94–103.
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7)
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- Kirschner, S., Borowski, A., & Fischer, H. E. (2012). *Das Professionswissen von Physiklehrkräften - Ergebnisse der Hauptstudie*.
- Klees, G. (2013). *Biologielernen mit Interaktiven Lerneinheiten (BIL. Konzeption, Entwicklung, Einsatz und Evaluation spezifischer Lernsoftware zur Förderung von Blended-Learning-Veranstaltungen im „Lehr-Lern-Labor Goethe BioLab“ in der Lehramtsausbildung*. Münster: Waxmann.
- Kleinknecht, M. (2014). *Eigene und fremde Videos in der Lehrerfortbildung. Eine Fallanalyse zu kognitiven und emotionalen Prozessen beim Beobachten zweier*

- unterschiedlicher Videotypen: Personal and third-party videos in further teacher training. A case study on cognitive and emotional processes in viewing two different types of videos.* Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Klinzing, H. G. (2002). Wie effektiv ist Microteaching? Ein Überblick über fünfunddreißig Jahre Forschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 48(2), 194–214.
- Kopp, B., & Mandl, H. (2005). *Wissensschemata*. Retrieved from <https://epub.uni-muenchen.de/905/1/Forschungsbericht182.pdf>
- Korneck, F., Oettinghaus, L., Kunter, M., & Redinger, R. (2016). Überzeugungen und Handlungen von Lehrpersonen - Messung von Unterrichtsqualität in komplexitätsreduzierten Settings des Physikunterrichts. In U. Rauin, M. Herrle, & T. Engartner (Eds.), *Grundlagentexte Methoden. Videoanalysen in der Unterrichtsforschung: Methodische Vorgehensweisen und Anwendungsbeispiele* (1st ed., pp. 174–197). Weinheim: Beltz Juventa.
- Korthagen, F. A. J., & Kessels, J. P. A. M. (1999). Linking Theory and Practice: Changing the Pedagogy of Teacher Education. *Educational Researcher*, 28(4), 4–17. <https://doi.org/10.3102/0013189X028004004>
- Krammer, K., Hugener, I., Biaggi, S., Frommelt, M., Auf der Maur, G., & Stürmer, K. (2016). Videos in der Ausbildung von Lehrkräften: Förderung der professionellen Unterrichtswahrnehmung durch die Analyse von eigenen bzw. fremden Videos. In A. Renkl (Ed.), *Förderung der professionellen Kompetenz von (angehenden) Lehrpersonen durch videobasierte Lernangelegenheiten: Vol. 4. Unterrichtswissenschaft* (44. Jg., H. 4, pp. 357–372). Julius Beltz GmbH & Co.KG (Original work published 2016).
- Krammer, K., Hugener, I., Frommelt, M., Auf der Maur, G., & Biaggi, S. (2016). Case-Based Learning in Initial Teacher Education: Assessing the Benefits and Challenges of Working with Student Videos and Other Teachers' Videos. *ORBIS SCHOLAE*, 2015(2), 119–137. <https://doi.org/10.14712/23363177.2015.83>
- Krammer K., & Hugener I. (2014). Förderung der Analysekompetenz angehender Lehrpersonen anhand von eigenen und fremden Unterrichtsvideos. *Journal für LehrerInnenbildung*, 14(1), 25–32.
- Krammer K., Hugener I., & Biaggi S. (2012). Unterrichtsvideos als Medium des beruflichen Lernens in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Formen und Erfahrungen. *BEITRÄGE ZUR LEHRERBILDUNG*, 30(2), 261–272.
- Krofta, H., Fandrich, J., & Nordmeier, V. (2012). Professionalisierung im Schülerlabor: Praxisseminare in der Lehrerbildung. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Eds.),

- PhyDid B, Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Retrieved from <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/412>
- Krofta, H., & Nordmeier, V. (2014). Bewirken Praxisseminare im Lehr-Lern-Labor Änderungen der Lehrerselbstwirksamkeitserwartung bei Studierenden? In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Eds.), *PhyDid B, Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Retrieved from <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/584>
- Krüger, M., Korneck, F., Oettinghaus, L., & Kunter, M. Erfassung von Unterrichtsqualität in Unterrichtsminiaturen: Perspektiven und deren Zusammenhänge. In *Heterogenität. Wert.Schätzen. Abstractband der 3. Jahrestagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF)* (p. 306) (Original work published 2015).
- Krüger, M., Szogs, M., & Korneck, F. (2018). Erkennen von (fachspezifischen) Unterrichtsqualitätsaspekten Wahrnehmungsschwerpunkte bei der Hospitation von Unterrichtsminiaturen. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 62–65).
- Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften, Kultusministerkonferenz 16.12.2004.
- Kunina-Habenicht, O. (2013). *Die Bedeutung der Lerngelegenheiten im Lehramtsstudium und deren individuelle Nutzung für den Aufbau des bildungswissenschaftlichen Wissens: The significance of learning opportunities in teacher training courses and their individual use for the development of educational-scientific knowledge*. Weinheim, Basel: BeltzJuventa.
- Kunter, M. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster, München [u.a.]: Waxmann.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. [s.l.]: Waxmann Verlag.
- Kunter, M., Schümer, G., Artelt, C., Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., . . . Weiß, M. (2002). *PISA 2000: Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Materialien aus der Bildungsforschung: Nr. 72*. Berlin: Max-Planck-Inst. für Bildungsforschung.
- Leinhardt, G., Putnam, R. T., Stein, M. K., & Baxter, J. Where subject knowledge matters. In S. Pinnegar (Ed.), *Advances in research on teaching* (pp. 87–113) (Original work published 1991).
- Merzyn, G. (2006). Fachdidaktik im Lehramtsstudium - Qualität und Quantität. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(1), 4–7.

- Meschede, N. (2014). *Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht: Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 163*. Berlin: Logos Berlin.
- Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K., & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs: On its relation and differences between pre-service and in-service teachers. *Teaching and Teacher Education*, 66, 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.010>
- Meyer, H. (2005). *Was ist guter Unterricht?* (3., Aufl). Frankfurt am Main: Scriptor.
- Mühlhausen, U. (Ed.). (2011). *Unterrichten lernen mit Gespür: Szenarien für eine multimedial gestützte Analyse und Reflexion von Unterricht ; mit DVD-Beilage mit multimedialen Unterrichtsdokumenten* (3. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Nawrath, D., Maiseyenko, V., & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz - Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 60(6), 42–49.
- Pallasch, W. (Ed.). (1987). *Lehrverhalten und Problemlösen. Lern- und Trainingsprogramme zur Schulung pädagogischer Fertigkeiten und Reflexion des Selbstkonzepts*. Weinheim: Juventa.
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe (Dissertation). Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel. Retrieved from [http://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation\\_diss\\_00003669](http://macau.uni-kiel.de/receive/dissertation_diss_00003669)
- Rehfeldt, D., Klempin, C., & Nordmeier, V. (2018). Ergebnisse fächerübergreifender Praxisrelevanz und Reflexionskompetenz in Lehr-Lern-Laboren. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 535–538).
- Rehfeldt, D., Klempin, C., Seibert, D., Mehrstens, T., & Nordmeier, V. (2017). Fächerübergreifende Wirkungen von Lehr-Lern-Labor-Seminaren: Adaption für die Fächergruppen Englisch, Geschichte und Sachunterricht. In C. Maurer (Ed.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (Vol. 37, pp. 556–559).
- Rodgers Carol R. (2002). Seeing Student Learning: Teacher Change and the role of reflection. *Harvard Educational Review*, 72(2), 230–254.

- Roth, K. J. (2010). Science Teachers as Researchers. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1205–1259). New York, NY: Routledge.
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Sabers, D. S., Cushing, K. S., & Berliner, D. C. (1991). Differences Among Teachers in a Task Characterized by Simultaneity, Multidimensional, and Immediacy. *American Educational Research Journal*, 28(1), 63–88. <https://doi.org/10.3102/00028312028001063>
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM*, 43(1), 133–145. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0292-3>
- Schäfer, S. (2014). *Pre-service teachers' cognitive learning processes with regard to specific teaching and learning components in the context of professional vision: A mixed-methods exploration*. München, Technische Universität München, Diss., 2014. München: Universitätsbibliothek der TU München.
- Schäfer, S., & Seidel, T. (2015). Noticing and reasoning of teaching and learning components by pre-service teachers. *Journal for Educational Research Online*, 7(2), 34–58.
- Schwindt, K. (2008). *Lehrpersonen betrachten Unterricht: Kriterien für die kompetente Unterrichtswahrnehmung. Empirische Erziehungswissenschaft: Bd. 10*. Münster, New York, NY, München, Berlin: Waxmann.
- Seidel, T., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2003). Gelegenheitsstrukturen beim Klassengespräch und ihre Bedeutung für die Lernmotivation. Videoanalysen in Kombination mit Schülerselbsteinschätzungen. *Unterrichtswissenschaft*, 31(2), 142–165.
- Seidel, T., Rimmele, R., & Prenzel, M. (2005). Clarity and coherence of lesson goals as a scaffold for student learning. *Learning and Instruction*, 15(6), 539–556.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Seidel, T., & Sturmer, K. (2014). Modeling and Measuring the Structure of Professional Vision in Preservice Teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739–771. <https://doi.org/10.3102/0002831214531321>

- Seidel, T. (2006). *Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie*. Weinheim: Beltz.
- Seidel, T. (2014, May). *Professionelle Unterrichtswahrnehmung – Warum ist dies ein wichtiges Ziel der universitären Lehrerausbildung?*, Berlin.
- Seidel, T., Blomberg, G., & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 34, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.004>
- Seidel, T., Blomberg, G., & Stürmer, K. (2010a). Validation of a video-based instrument for measuring the perception of professional vision. In *Zeitschrift für Pädagogik* (pp. 296–306).
- Seidel, T., Blomberg, G., & Stürmer, K. (2010b). "OBSERVER" - Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von Unterricht. In *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Seidel, T., & Prenzel, M. (2003). Mit Fehlern umgehen - Zum Lernen motivieren. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 52(1), 30–34.
- Seidel, T., & Prenzel, M. (2008). Wie Lehrpersonen Unterricht wahrnehmen und einschätzen – Erfassung pädagogisch-psychologischer Kompetenzen mit Videosequenzen. In M. Prenzel, I. Gogolin, & H.-H. Krüger (Eds.), *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft Sonderheft: Vol. 8. Kompetenzdiagnostik: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (pp. 201–216). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Seidel, T., Stürmer, K., & Blomberg, G. (2013). The role of video material in teacher professionalization: Does it matter to observe your own videotaped lesson or the video of an unknown colleague? Retrieved from [http://academic.csuohio.edu/yuskob/docs/the\\_role\\_of\\_vedio.pdf](http://academic.csuohio.edu/yuskob/docs/the_role_of_vedio.pdf)
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- Seidel, T., Stürmer, K., Schäfer, S., & Jahn, G. (2015). How Preservice Teachers Perform in Teaching Events Regarding Generic Teaching and Learning Components. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 47(2), 84–96. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000125>

- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2008). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20–37. <https://doi.org/10.1177/0022487108328155>
- Sherin, M. G. (2007). The Development of Teachers' Professional Vision in Video Clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383–395). Routledge.
- Sherin, M. G., & Russ, R. S. (2014). Teacher Noticing via Video. In B. Calandra & P. J. Rich (Eds.), *Digital Video for Teacher Education* (pp. 3–20). Routledge Chapman Hall.
- Sherin, M. G., Russ, R. S., Sherin, B. L., & Colestock, A. (2008). Professional Vision in Action: An Exploratory Study, 17(2), 27–46.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2005). Using Video to Support Teachers' Ability to Notice Classroom Interactions. *Jl. of Technology and Teacher Education*, 13(3), 475–491.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60, 20–37.
- Shulman, L. (1999). Just in case: Reflections on learning from experience. In J. A. Colbert (Ed.), *The case for education: Contemporary approaches for using case methods* (pp. 197–217). Boston (Mass.): Allyn and Bacon.
- Smoor, S., & Komorek, M. (2018). Zyklisches Forschendes Lernen im Lehr-Lern-Labor empirisch untersuchen. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätsvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 527–530).
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2017). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1–28. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1346326>
- Spiro, R. J., Vispoel, W. P., Schmitz, J. G., Samarapungavan, A., & Boerger, A. E. (1987). *Knowledge Acquisition for Application: Cognitive flexibility and transfer in complex content domains*. Illinois.
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9063-7>
- Steininger, R. (2012, December 15). Im Tandem das Korsett der Modularisierung überwinden. *BLLV*, pp. 18–19. Retrieved from [http://www.lehrwerkstatt.org/fileadmin/media/Presse/bllv-zeitung\\_12-2012\\_praxismodelle.pdf](http://www.lehrwerkstatt.org/fileadmin/media/Presse/bllv-zeitung_12-2012_praxismodelle.pdf)

- Stürmer, K. (2011). Voraussetzungen für die Entwicklung professioneller Unterrichtswahrnehmung im Rahmen universitärer Lehrerausbildung (Dissertation). Technische Universität, München.
- Stürmer, K., Könings, K. D., & Seidel, T. (2012). Declarative knowledge and professional vision in teacher education: effect of courses in teaching and learning. *The British journal of educational psychology*, 83(Pt 3), 467–483. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02075.x>
- Stürmer, K., Könings, K. D., & Seidel, T. (2014). Factors Within University-Based Teacher Education Relating to Preservice Teachers' Professional Vision. *Vocations and Learning*, 8(1), 35–54. <https://doi.org/10.1007/s12186-014-9122-z>
- Stürmer, K., & Seidel, T. (2017). A Standardized Approach for Measuring Teachers' Professional Vision: The Observer Research Tool. In E. O. Schack, M. H. Fisher, & J. A. Wilhelm (Eds.), *Teacher Noticing: Bridging and Broadening Perspectives, Contexts, and Frameworks*. Springer Verlag.
- Stürmer, K., Seidel, T., & Holzberger, D. (2016). Intra-individual differences in developing professional vision: Preservice teachers' changes in the course of an innovative teacher education program. *Instructional Science*, 44(3), 293–309. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9373-1>
- Stürmer, K., Seidel, T., & Schäfer, S. (2013). Changes in professional vision in the context of practice. *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, 44(3), 339–355. <https://doi.org/10.1007/s11612-013-0216-0>
- Sunder, C., Todorova, M., & Möller, K. (2015). Kann die professionelle Unterrichtswahrnehmung von Sachunterrichtsstudierenden trainiert werden? – Konzeption und Erprobung einer Intervention mit Videos aus dem naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0037-5>
- Sunder, C., Todorova, M., & Möller, K. (2016). Förderung der professionellen Wahrnehmung bei Bachelorstudierenden durch Fallanalysen. Lohnt sich der Einsatz von Videos bei der Repräsentation der Fälle? In A. Renkl (Ed.), *Förderung der professionellen Kompetenz von (angehenden) Lehrpersonen durch videobasierte Lernangelegenheiten: Vol. 4. Unterrichtswissenschaft* (44. Jg., H. 4, pp. 339–356). Julius Beltz GmbH & Co.KG.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)

- Szogs, M., Krüger, M., & Korneck, F. (2018). Reflexion lernrelevanter Situationen des Physikunterrichts Einfluss von Feedback und Reflexionen auf die Qualität von Unterricht. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 887–890).
- Terhart, E. (2003). Wirkungen von Lehrerbildung: Perspektiven einer an Standards orientierten Evaluation. *Journal für LehrerInnenbildung*, (3), 8–19.
- Tripp, T., & Rich, P. (2012). Using video to analyze one's own teaching. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 678–704. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01234.x>
- Urban, D., & Mayerl, J. (2011). *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung* (4., überarbeitete und erweiterte Auflage). *Studienskripten zur Soziologie*. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-531-93114-2>
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Society for Information Technology & Teacher Education*, 10(4), 571–596.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 244–276. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>
- van Es, E. A., Tunney, J., Goldsmith, L. T., & Seago, N. (2014). A Framework for the Facilitation of Teachers' Analysis of Video. *Journal of Teacher Education*, 65(4), 340–356. <https://doi.org/10.1177/0022487114534266>
- Völker, M., & Trefzger, T. (2009). Das Potential von Lehr-Lern-Laboren (Schülerlaboren) in der Lehramtsausbildung. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Eds.), *PhyDid B, Didaktik der Physik: Beiträge zur Frühjahrstagung*.
- Völker, M., & Trefzger, T. (2011). Ergebnisse einer explorativen empirischen Untersuchung zum Lehr-Lern-Labor im Lehramtsstudium. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Eds.), *PhyDid B, Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Retrieved from <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/292/401>
- Weß, R., Priemer, B., Weusmann, B., Sorge, S., & Neumann, I. (2018). Veränderung von Lehr-bezogenen SWE im MINT-Lehramtsstudium. In C. Maurer (Ed.), *Qualitätvoller Chemie - und Physikunterricht - normative und empirische Dimensionen* (Vol. 38, pp. 531–534).

- Weyland, U. Zur Bedeutung Schulpraktischer Studien im universitären Studium. In *Berufliches Bildungspersonal - Forschungsfragen und Qualifizierungskonzepte* (pp. 287–304) (Original work published 2012).
- Wöhlke, A. C., & Höttecke, D. Development and Validation of an Instrument for Identifying Noticing of Physics Pre-Service Teachers. In *Paper presented at the ESERA conference 21st-25th August 2017 in Dublin*. Retrieved from [http://keynote.conference-services.net/resources/444/5233/pdf/ESERA2017\\_0516\\_paper.pdf](http://keynote.conference-services.net/resources/444/5233/pdf/ESERA2017_0516_paper.pdf)\* (Original work published 2017).
- Wucherer, S., & Trefzger, T. (2017). Professionelles Wahrnehmen und Handeln im Lehr-Lern-Labor. Retrieved from [https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/06000060/03B\\_Bildungsforschung/PSE\\_Promotionskolleg/Poster\\_2017-11-11/Wucherer.pdf](https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/06000060/03B_Bildungsforschung/PSE_Promotionskolleg/Poster_2017-11-11/Wucherer.pdf)
- Wyss, C. (2008). Zur Reflexionsfähigkeit und -praxis der Lehrperson. *Bildungsforschung*, 5(2). Retrieved from <http://www.bildungsforschung.org/Archiv/2008-02/lehrperson/>

## 13 Anhang

### A1: Multiple lineare Regressionen zum Abschnitt 7.2.2

#### Geschlecht

#### Haupteffekte

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit und des Merkmals „Geschlecht“:

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 70)					
Konstante	0,055	0,049		1,125	0,265
PU_Gesamt pre	0,788	0,122	0,617	6,439	0,000
LLL-Gruppe	0,031	0,037	0,096	0,833	0,408
LLLV-Gruppe	0,078	0,039	0,233	2,016	0,048
Geschlecht	0,035	0,032	0,106	1,106	0,273
$R^2 = 0,423$					
Beschreiben (N = 69)					
Konstante	0,172	0,055		3,136	0,003
Beschreiben pre	0,663	0,117	0,573	5,674	0,000
LLL-Gruppe	0,043	0,035	0,153	1,229	0,223
LLLV-Gruppe	0,040	0,036	0,136	1,098	0,276
Geschlecht	-0,009	0,029	-0,032	-0,315	0,754
$R^2 = 0,356$					
Erklären (N = 70)					
Konstante	0,062	0,044		1,418	0,161
Erklären pre	0,672	0,120	0,559	5,591	0,000
LLL-Gruppe	0,030	0,037	0,099	0,825	0,413
LLLV-Gruppe	0,065	0,038	0,205	1,696	0,095
Geschlecht	0,041	0,032	0,130	1,296	0,199
$R^2 = 0,370$					
Vorhersagen (N = 70)					
Konstante	0,056	0,051		1,084	0,282
Vorhersagen pre	0,730	0,130	0,568	5,602	0,000
LLL-Gruppe	0,014	0,048	0,035	0,288	0,774
LLLV-Gruppe	0,090	0,050	0,218	1,805	0,076
Geschlecht	0,058	0,041	0,142	1,424	0,159
$R^2 = 0,372$					

Interaktion

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit, des „Geschlechts“ und der Interaktion „Gruppe und Geschlecht“:

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
Konstante	0,029	0,059		0,487	0,628
PU_Gesamt pre	0,835	0,135	0,633	6,195	0,000
LLL-Gruppe	0,069	0,046	0,211	1,497	0,139
LLLV-Gruppe	0,083	0,051	0,241	1,616	0,111
Geschlecht	0,070	0,065	0,207	1,080	0,284
LLL * Geschlecht	-0,095	0,088	-0,187	-1,083	0,283
LLLV * Geschlecht	-0,020	0,085	-0,043	-0,232	0,817
R <sup>2</sup> = 0,410					
Beschreiben (N = 69)					
Konstante	0,166	0,062		2,670	0,010
Beschreiben pre	0,675	0,123	0,584	5,471	0,000
LLL-Gruppe	0,048	0,042	0,171	1,127	0,264
LLLV-Gruppe	0,035	0,046	0,119	0,747	0,458
Geschlecht	-0,006	0,059	-0,021	-0,105	0,917
LLL * Geschlecht	-0,019	0,078	-0,044	-0,240	0,811
LLLV * Geschlecht	0,011	0,076	0,028	0,142	0,887
R <sup>2</sup> = 0,358					
Erklären (N = 71)					
Konstante	0,059	0,053		1,116	0,269
Erklären pre	0,673	0,132	0,545	5,079	0,000
LLL-Gruppe	0,051	0,046	0,163	1,095	0,278
LLLV-Gruppe	0,067	0,051	0,205	1,298	0,199
Geschlecht	0,048	0,065	0,150	0,744	0,460
LLL * Geschlecht	-0,030	0,087	-0,063	-0,347	0,730
LLLV * Geschlecht	-0,006	0,085	-0,014	-0,071	0,944
R <sup>2</sup> = 0,339					
Vorhersagen (N = 70)					
Konstante	0,027	0,060		0,451	0,653
Vorhersagen pre	0,769	0,136	0,599	5,645	0,000
LLL-Gruppe	0,045	0,057	0,115	0,797	0,428
LLLV-Gruppe	0,104	0,063	0,252	1,640	0,106
Geschlecht	0,115	0,080	0,282	1,442	0,154
LLL * Geschlecht	-0,112	0,107	-0,185	-1,047	0,299
LLLV * Geschlecht	-0,046	0,105	-0,084	-0,442	0,660
R <sup>2</sup> = 0,383					

AlterHaupteffekte

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit und des Merkmals „Alter“:

	B	Standardabweichung	$\beta$	T	p
<b>PU Gesamt (N = 70)</b>					
Konstante	0,199	0,152		1,309	0,195
PU_Gesamt pre	0,788	0,123	0,617	6,413	0,000
LLL-Gruppe	0,030	0,037	0,093	0,806	0,423
LLLV-Gruppe	0,082	0,039	0,246	2,130	0,037
Alter	-0,006	0,006	-0,090	-0,948	0,347
$R^2 = 0,420$					
<b>Beschreiben (N = 69)</b>					
Konstante	0,225	0,144		1,565	0,122
Beschreiben pre	0,660	0,117	0,571	5,646	0,000
LLL-Gruppe	0,043	0,035	0,153	1,235	0,222
LLLV-Gruppe	0,038	0,036	0,132	1,069	0,289
Alter	-0,002	0,006	-0,042	-0,422	0,674
$R^2 = 0,357$					
<b>Erklären (N = 71)</b>					
Konstante	0,231	0,155		1,490	0,141
Erklären pre	0,666	0,125	0,539	5,321	0,000
LLL-Gruppe	0,041	0,038	0,131	1,066	0,290
LLLV-Gruppe	0,070	0,040	0,214	1,749	0,085
Alter	-0,007	0,006	-0,107	-1,062	0,292
$R^2 = 0,337$					
<b>Vorhersagen (N = 70)</b>					
Konstante	0,210	0,194		1,079	0,285
Vorhersagen pre	0,737	0,132	0,574	5,572	0,000
LLL-Gruppe	0,012	0,048	0,030	0,243	0,809
LLLV-Gruppe	0,097	0,050	0,235	1,936	0,057
Alter	-0,006	0,008	-0,076	-0,754	0,454
$R^2 = 0,358$					

Interaktion

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit, des „Alters“ und der Interaktion „Gruppe und Alter“:

	B	SD	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
Konstante	0,054	0,345		0,155	0,877
PU_Gesamt pre	0,783	0,130	0,593	6,040	0,000
LLL-Gruppe	0,017	0,442	-0,050	-0,037	0,970
LLLV-Gruppe	0,382	0,399	1,109	0,958	0,342
Alter	0,001	0,015	0,010	0,043	0,966
LLL * Alter	0,003	0,019	0,178	0,132	0,895
LLLV * Alter	-0,013	0,017	-0,883	-0,756	0,452
R <sup>2</sup> = 0,409					
Beschreiben (N = 69)					
Konstante	0,001	0,319		0,003	0,998
Beschreiben pre	0,700	0,119	0,606	5,885	0,000
LLL-Gruppe	-0,005	0,393	-0,020	-0,014	0,989
LLLV-Gruppe	0,440	0,358	1,512	1,227	0,224
Alter	0,007	0,013	0,118	0,497	0,621
LLL * Alter	0,002	0,017	0,175	0,125	0,901
LLLV * Alter	-0,018	0,016	-1,394	-1,126	0,264
R <sup>2</sup> = 0,383					
Erklären (N = 71)					
Konstante	0,194	0,341		0,569	0,571
Erklären pre	0,656	0,127	0,531	5,149	0,000
LLL-Gruppe	-0,136	0,440	-0,438	-0,309	0,758
LLLV-Gruppe	0,239	0,400	0,732	0,597	0,553
Alter	-0,005	0,015	-0,080	-0,337	0,737
LLL * Alter	0,008	0,019	0,574	0,403	0,688
LLLV * Alter	-0,007	0,018	-0,525	-0,424	0,673
R <sup>2</sup> = 0,348					
Vorhersagen (N = 70)					
Konstante	0,144	0,427		0,337	0,738
Vorhersagen pre	0,726	0,136	0,565	5,353	0,000
LLL-Gruppe	-0,088	0,551	-.223	-0,160	0,873
LLLV-Gruppe	0,283	0,501	.687	0,564	0,575
Alter	-0,003	0,019	-.038	-0,161	0,873
LLL * Alter	0,004	0,024	0,256	0,183	0,855
LLLV * Alter	-0,008	0,022	-0,459	-0,373	0,710
R <sup>2</sup> = 0,363					

AbiturnoteHaupteffekte

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit und des Merkmals „Abiturnote“:

	B	SD	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 68)					
Konstante	0,091	0,064		1,429	0,158
PU_Gesamt pre	0,787	0,121	0,626	6,518	0,000
LLL-Gruppe	0,047	0,037	0,149	1,270	0,209
LLLV-Gruppe	0,104	0,039	0,312	2,647	0,010
Abiturnote	0,091	0,064		1,429	0,158
$R^2 = 0,435$					
Beschreiben (N = 67)					
Konstante	0,154	0,069		2,237	0,029
Beschreiben pre	0,651	0,119	0,560	5,472	0,000
LLL-Gruppe	0,054	0,035	0,196	1,528	0,132
LLLV-Gruppe	0,049	0,037	0,170	1,318	0,192
Abiturnote	0,000	0,002	0,021	0,200	0,842
$R^2 = 0,357$					
Erklären (N = 69)					
Konstante	0,067	0,063		1,063	0,292
Erklären pre	0,674	0,124	0,553	5,421	0,000
LLL-Gruppe	0,054	0,039	0,174	1,380	0,172
LLLV-Gruppe	0,088	0,041	0,268	2,123	0,038
Abiturnote	0,000	0,003	-0,013	-0,127	0,899
$R^2 = 0,347$					
Vorhersagen (N = 68)					
Konstante	0,109	0,075		1,453	0,151
Vorhersagen pre	0,741	0,131	0,583	5,639	0,000
LLL-Gruppe	0,030	0,049	0,076	0,607	0,546
LLLV-Gruppe	0,121	0,052	0,293	2,340	0,022
Abiturnote	-0,003	0,003	-0,090	-0,884	0,380
$R^2 = 0,365$					

Interaktion

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit, des „Alters“ und der Interaktion „Gruppe und Abiturnote“:

	B	SD	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 68)					
Konstante	0,165	0,109		1,505	0,137
PU_Gesamt pre	0,814	0,122	0,648	6,649	0,000
LLL-Gruppe	-0,009	0,129	-0,027	-0,067	0,947
LLLV-Gruppe	-0,112	0,153	-0,336	-0,732	0,467
Abiturnote	-0,007	0,006	-0,261	-1,140	0,259
LLL * Abiturnote	0,003	0,007	0,219	0,478	0,634
LLLV * Abiturnote	0,011	0,008	0,718	1,429	0,158
R <sup>2</sup> = 0,457					
Beschreiben (N = 68)					
Konstante	.191	.118		1.616	.111
Beschreiben pre	0,636	0,127	0,536	4,992	0,000
LLL-Gruppe	0,050	0,128	0,177	0,388	0,699
LLLV-Gruppe	-0,004	0,152	-0,013	-0,026	0,979
Abiturnote	-0,001	0,006	-0,058	-0,221	0,826
LLL * Abiturnote	0,000	0,007	-0,009	-0,018	0,986
LLLV * Abiturnote	0,003	0,008	0,207	0,365	0,717
R <sup>2</sup> = 0,316					
Erklären (N = 68)					
Konstante	0,181	0,108		1,674	0,099
Erklären pre	0,726	0,122	0,613	5,963	0,000
LLL-Gruppe	-0,055	0,131	-0,181	-0,421	0,675
LLLV-Gruppe	-0,144	0,154	-0,452	-0,937	0,352
Abiturnote	-0,007	0,006	-0,304	-1,249	0,216
LLL * Abiturnote	0,005	0,007	0,394	0,809	0,421
LLLV * Abiturnote	0,012	0,008	0,826	1,561	0,124
R <sup>2</sup> = 0,403					
Vorhersagen (N = 67)					
Konstante	0,075	0,134		0,562	0,576
Vorhersagen pre	0,827	0,127	0,640	6,502	0,000
LLL-Gruppe	0,120	0,159	0,307	0,758	0,452
LLLV-Gruppe	-0,092	0,188	-0,223	-0,488	0,628
Abiturnote	-0,004	0,007	-0,114	-0,499	0,619
LLL * Abiturnote	-0,004	0,008	-0,198	-0,435	0,665
LLLV * Abiturnote	0,011	0,009	0,609	1,219	0,228
R <sup>2</sup> = 0,466					

SemesterzugehörigkeitHaupteffekte

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit und des Merkmals „Semester“:

	B	SD	$\beta$	T	p
<b>PU Gesamt (N = 71)</b>					
Konstante	-0,053	0,091		-0,582	0,562
PU_Gesamt pre	0,765	0,128	0,580	5,957	0,000
LLL-Gruppe	0,027	0,039	0,082	0,688	0,494
LLLV-Gruppe	0,067	0,041	0,193	1,618	0,110
Semester	0,025	0,016	0,152	1,527	0,131
$R^2 = 0,410$					
<b>Beschreiben (N = 70)</b>					
Konstante	0,041	0,088		0,460	0,647
Beschreiben pre	0,612	0,120	0,518	5,098	0,000
LLL-Gruppe	0,016	0,036	0,055	0,433	0,666
LLLV-Gruppe	0,021	0,038	0,070	0,551	0,584
Semester	0,029	0,015	0,207	1,978	0,052
$R^2 = 0,351$					
<b>Erklären (N = 71)</b>					
Konstante	-0,016	0,090		-0,178	0,860
Erklären pre	0,654	0,126	0,530	5,189	0,000
LLL-Gruppe	0,029	0,039	0,095	0,749	0,456
LLLV-Gruppe	0,058	0,041	0,179	1,419	0,160
Semester	0,019	0,016	0,121	1,150	0,254
$R^2 = 0,339$					
<b>Vorhersagen (N = 70)</b>					
Konstante	-0,069	0,110		-0,625	0,534
Vorhersagen pre	0,727	0,131	0,566	5,566	0,000
LLL-Gruppe	-0,005	0,049	-0,012	-0,094	0,926
LLLV-Gruppe	0,079	0,051	0,193	1,559	0,124
Semester	0,028	0,020	0,144	1,402	0,166
$R^2 = 0,371$					

Interaktion

Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Gruppenzugehörigkeit, des „Alters“ und der Interaktion „Gruppe und Semester“:

	B	SD	$\beta$	T	p
PU Gesamt (N = 71)					
Konstante	0,110	0,160		0,686	0,495
PU_Gesamt pre	0,802	0,131	0,608	6,106	0,000
LLL-Gruppe	-0,269	0,214	-0,819	-1,259	0,213
LLLV-Gruppe	-0,067	0,249	-0,195	-0,269	0,789
Semester	-0,010	0,032	-0,058	-0,294	0,769
LLL * Semester	0,027	0,046	0,457	0,599	0,552
LLLV * Semester	0,056	0,040	0,989	1,403	0,165
R <sup>2</sup> = 0,428					
Beschreiben (N = 70)					
Konstante	0,105	0,148		0,712	0,479
Beschreiben pre	0,655	0,123	0,555	5,341	0,000
LLL-Gruppe	-0,198	0,192	-0,699	-1,032	0,306
LLLV-Gruppe	0,116	0,224	0,389	0,515	0,608
Semester	0,013	0,029	0,093	0,461	0,646
LLL * Semester	-0,015	0,041	-0,290	-0,365	0,716
LLLV * Semester	0,039	0,036	0,807	1,102	0,274
R <sup>2</sup> = 0,376					
Erklären (N = 71)					
Konstante	0,126	0,162		0,779	0,439
Erklären pre	0,683	0,131	0,553	5,231	0,000
LLL-Gruppe	-0,221	0,215	-0,714	-1,032	0,306
LLLV-Gruppe	-0,063	0,254	-0,193	-0,248	0,805
Semester	-0,011	0,033	-0,069	-0,329	0,743
LLL * Semester	0,025	0,047	0,435	0,527	0,600
LLLV * Semester	0,047	0,040	0,887	1,185	0,241
R <sup>2</sup> = 0,353					
Vorhersagen (N = 70)					
Konstante	0,103	0,200		0,516	0,607
Vorhersagen pre	0,753	0,134	0,587	5,623	0,000
LLL-Gruppe	-0,243	0,265	-0,615	-0,914	0,364
LLLV-Gruppe	-0,196	0,311	-0,477	-0,631	0,530
Semester	-0,007	0,040	-0,036	-0,177	0,860
LLL * Semester	0,053	0,057	0,734	0,920	0,361
LLLV * Semester	0,046	0,049	0,671	0,925	0,359
R <sup>2</sup> = 0,382					

## A2: Testvoraussetzungen

**Voraussetzungen der ANOVAs zum Abschnitt 7.1.1**

Die Intervallskaliertheit ist bei allen ANOVAs gegeben.

Baseline

Normalverteilung der Differenz der Testergebnisse (Post – Pre)

Die folgende Tabelle zeigt den Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung. Für die Differenzwerte des Gesamtwertes der PU, sowie für die Differenzen *Beschreiben* und *Erklären* ist die Teststatistik nicht signifikant. Somit kann man diesbezüglich von normalverteilten Daten ausgehen. Der Test liefert für die Differenz *Vorhersagen* einen signifikanten Wert. Somit kann man hierbei nicht von einer Normalverteilung ausgehen. Dies liegt auch daran, dass der Shapiro-Wilk Test anfällig für Ausreißer ist. Nimmt man einen Ausreißer aus der Verteilung, so wird der Test nicht mehr signifikant.

	Kolmogorov – Smirnov Test		
	Statistik	df	Signifikanz
Δ PU	0,960	19	0,573
Δ Beschreiben	0,908	19	0,068
Δ Erklären	0,971	19	0,790
Δ Vorhersagen (N = 19)	0,867	19	0,013
Δ Vorhersagen (N = 18)	0,954	18	0,486

LLL-Gruppe

Normalverteilung der Differenz der Testergebnisse (Post – Pre)

Die folgende Tabelle zeigt den Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung. Für alle Differenzwerte ist die Teststatistik nicht signifikant. Somit kann man jeweils von normalverteilten Daten ausgehen.

	Kolmogorov – Smirnov Test		
	Statistik	df	Signifikanz
Δ PU	0,969	29	0,522
Δ Beschreiben	0,978	29	0,798
Δ Erklären	0,976	29	0,733
Δ Vorhersagen	0,943	29	0,123

LLLV-Gruppe

Normalverteilung der Differenz der Testergebnisse (Post – Pre)

Die folgende Tabelle zeigt den Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung. Für die Differenzwerte des Gesamtwertes der PU, sowie für die Differenzen *Beschreiben* und *Erklären* ist die Teststatistik nicht signifikant. Somit kann man diesbezüglich von normalverteilten Daten ausgehen. Der Test liefert für die Differenz *Vorhersagen* für N = 23 einen signifikanten Wert. Somit kann man hierbei nicht von einer Normalverteilung ausgehen. Nimmt man drei Ausreißer aus der Verteilung, so wird der Test nicht mehr signifikant. Deshalb wird die ANOVA zunächst mit allen 23 Studierenden aus der LLLV-Gruppe für die Dimension *Vorhersagen* durchgeführt und anschließend ohne drei Ausreißer, um zu überprüfen, ob die Verletzung der Normalverteilung in diesem Fall eine Auswirkung auf das Testergebnis zeigt.

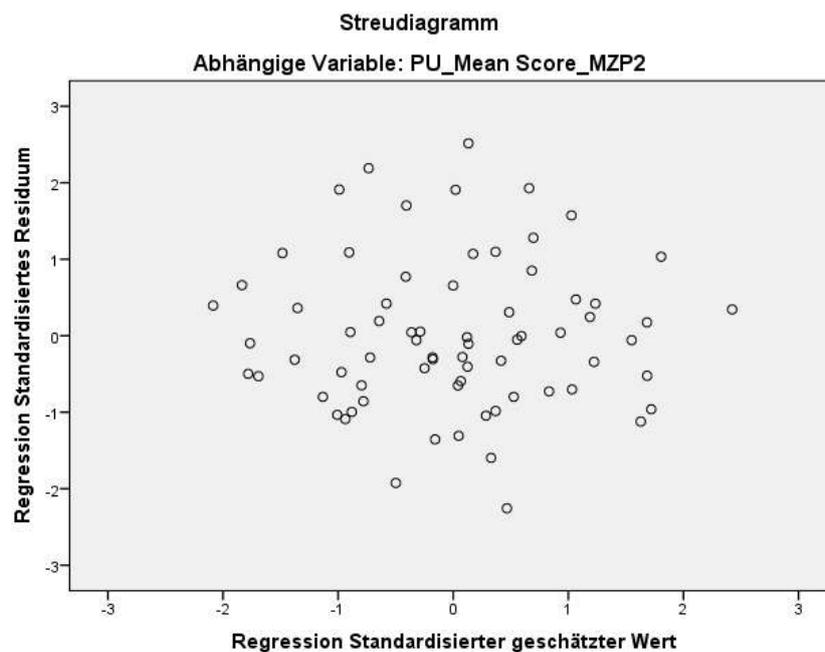
	Shapiro-Wilk Test		
	Statistik	df	Signifikanz
Δ PU	0,938	23	0,164
Δ Beschreiben	0,957	23	0,412
Δ Erklären	0,963	23	0,526
Δ Vorhersagen (N = 23)	0,886	23	0,013
Δ Vorhersagen (N = 20)	0,955	20	0,441

## Voraussetzungen der Regressionsanalysen zum Abschnitt 7.1.2

Alle folgenden Regressionen haben intervallskalierte abhängige Variablen. Die unabhängigen Variablen sind intervall- oder dichotom-skaliert. Die Residuen der einzelnen Analysen sind voneinander unabhängig und die Linearität zwischen den unabhängigen Variablen und den abhängigen Variablen wurden überprüft. Im Folgenden werden die weiteren Voraussetzungen für lineare Regressionen für jeden Test einzeln aufgezeigt.

### Gesamttestergebnis PU (N = 71)

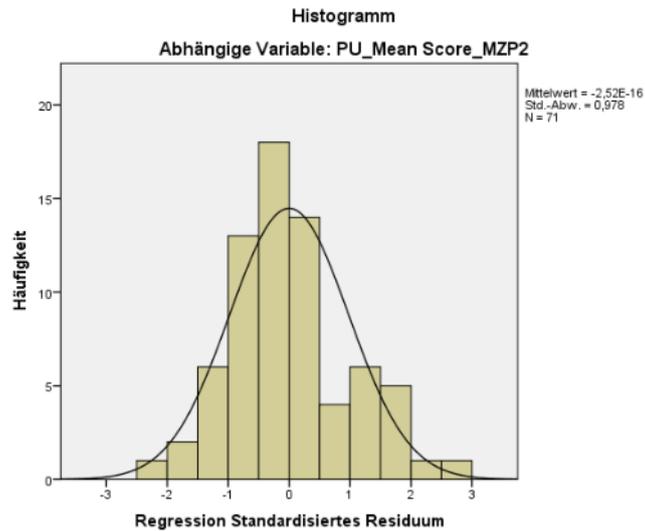
Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Über den gesamten Wertebereich der geschätzten Werte die Residuen im Mittel Null sind. Somit haben die Residuen für die entsprechende unabhängige Variable den Erwartungswert Null. Die Bedingung ist somit erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen

oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung entspricht annähernd einer Normalverteilung. Somit ist die Voraussetzung erfüllt. Der Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung ist nicht signifikant (Teststatistik: 0,978; df = 71; p = 0,247). Die Residuen sind somit normalverteilt.

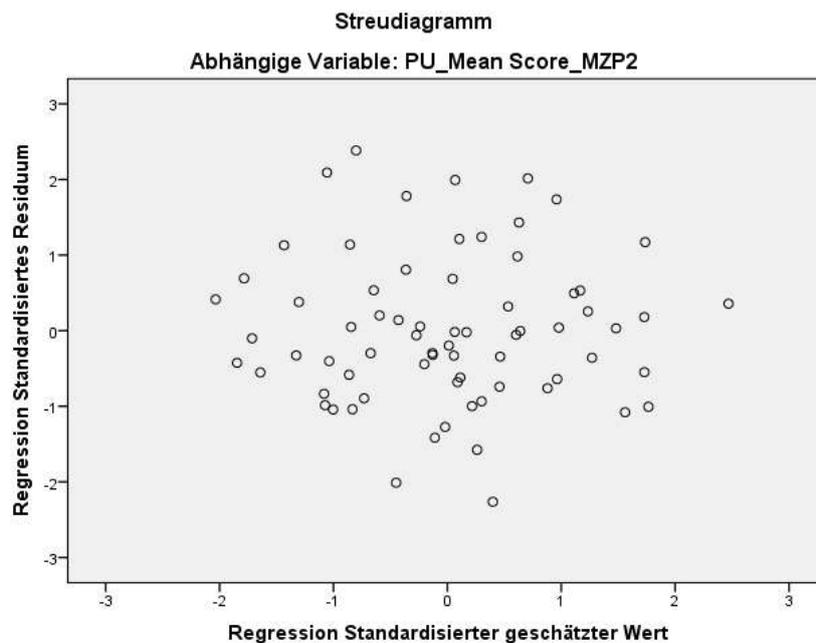
- Multikollinearität

Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen somit keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Gesamttest PU (Pre-Test)
VIF	1,508	1,499	1,028

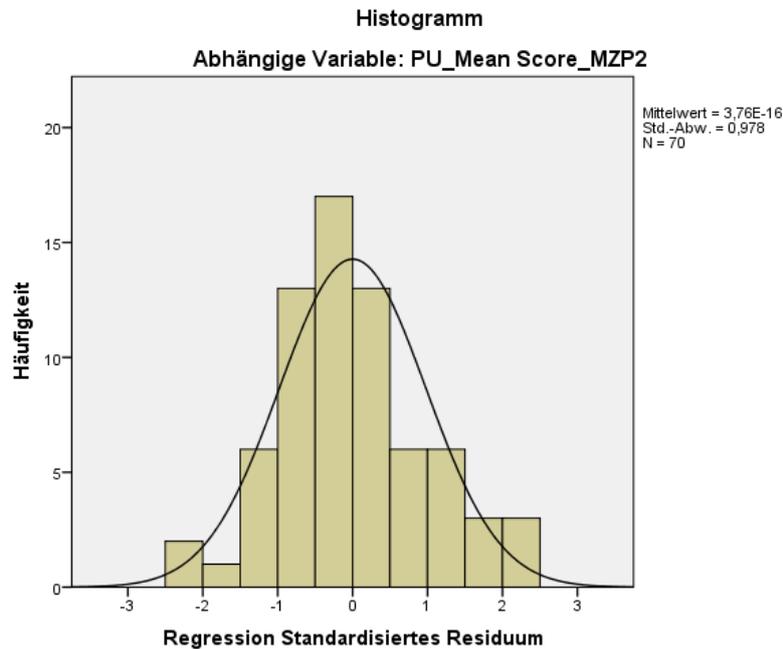
### Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Gesamtergebnis ohne Ausreißer (N = 70)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Über den gesamten Wertebereich der geschätzten Werte die Residuen im Mittel Null sind. Somit haben die Residuen für die entsprechende unabhängige Variable den Erwartungswert Null. Die Bedingung ist somit erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2016).

- Normalverteilung der Residuen



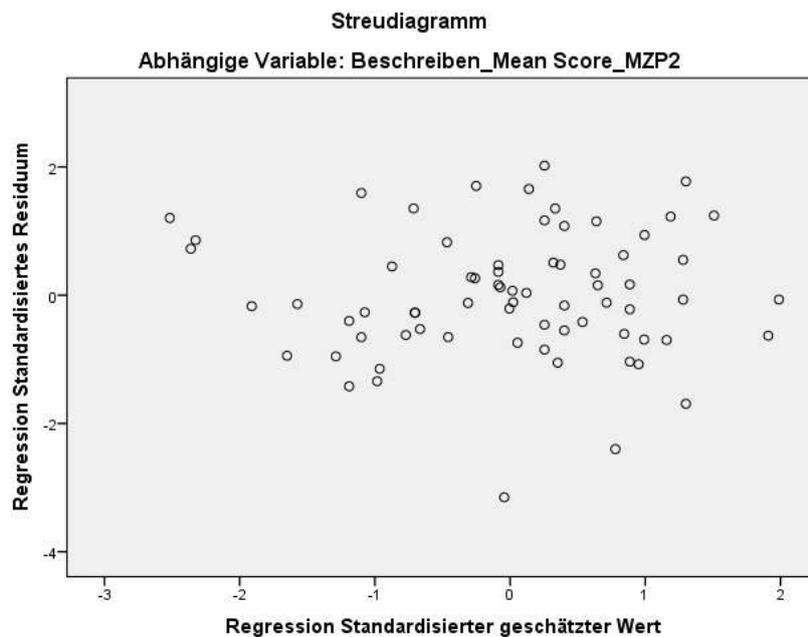
Die Verteilung entspricht annähernd einer Normalverteilung. Somit ist die Voraussetzung erfüllt. Der Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung ist nicht signifikant (Teststatistik: 0,978; df = 70;  $p = 0,247$ ). Die Residuen sind somit normalverteilt.

- Multikollinearität  
Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen somit keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Gesamttest PU (Pre-Test)
VIF	1,498	1,489	1,027

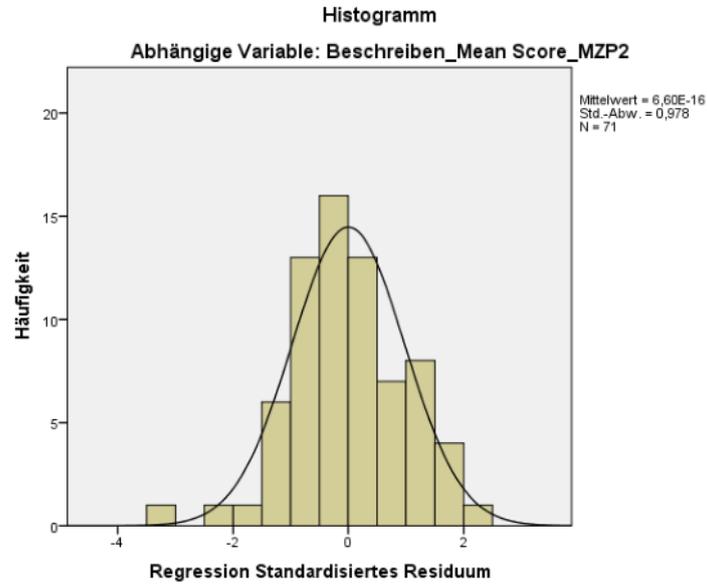
### Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Beschreiben (N = 71)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Es ist eine leichte Tendenz der Residuen hin zu negativen Werten zu erkennen. Der Erwartungswert der Residuen scheint somit leicht negativ zu sein. Die Abweichung beeinflusst jedoch nicht den Regressionskoeffizienten, sodass die Analyse trotzdem durchgeführt werden kann.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus et al., 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung entspricht annähernd einer Normalverteilung. Somit ist die Voraussetzung erfüllt. Der Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung ist nicht signifikant (Teststatistik: 0,979; df = 71; p = 0,266). Die Residuen sind somit normalverteilt.

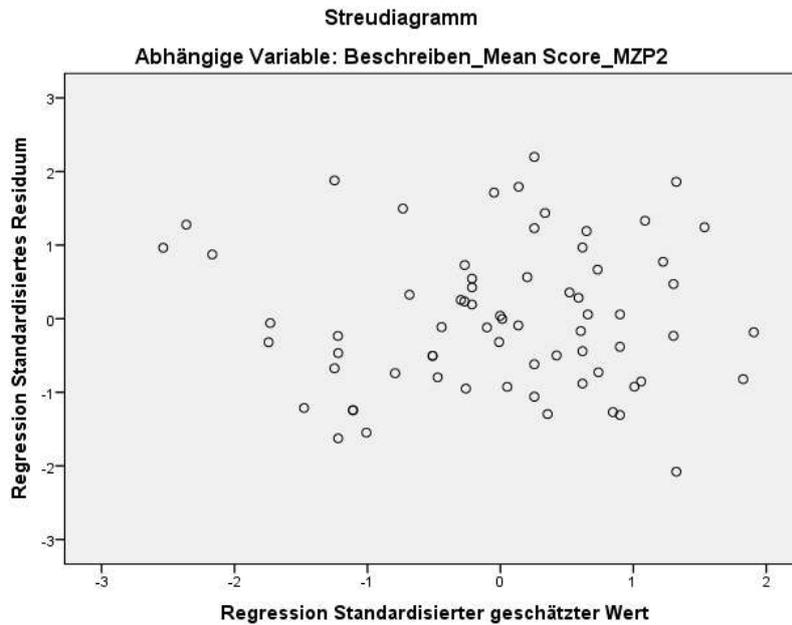
- Multikollinearität

Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen somit keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Beschreiben (Pre-Test)
VIF	1,504	1,496	1,016

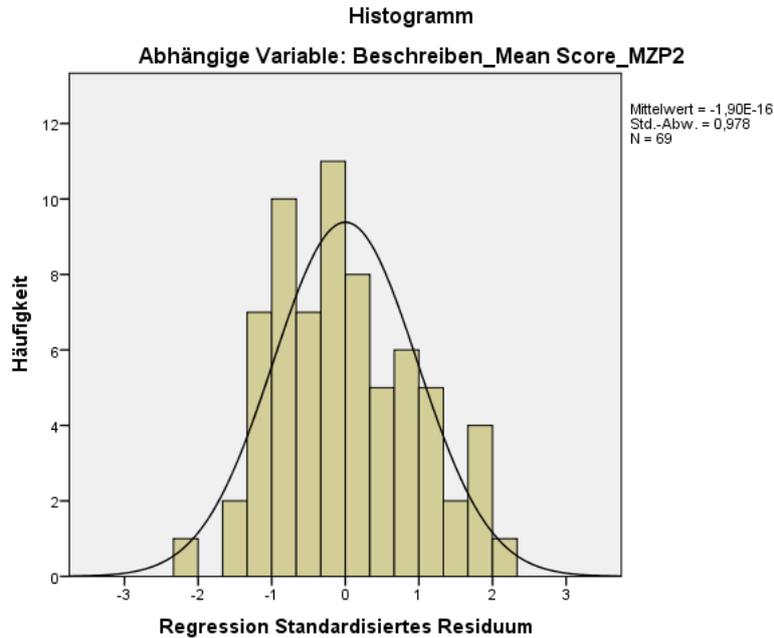
Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Beschreiben ohne Ausreißer (N = 69)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Durch den Ausschluss der Ausreißer ergibt sich ein Erwartungswert, der näherungsweise Null beträgt. Die Voraussetzung ist somit erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus et al., 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung entspricht annähernd einer Normalverteilung. Somit ist die Voraussetzung erfüllt. Der Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung ist nicht signifikant (Teststatistik: 0,980; df = 69; p = 0,339). Die Residuen sind somit normalverteilt.

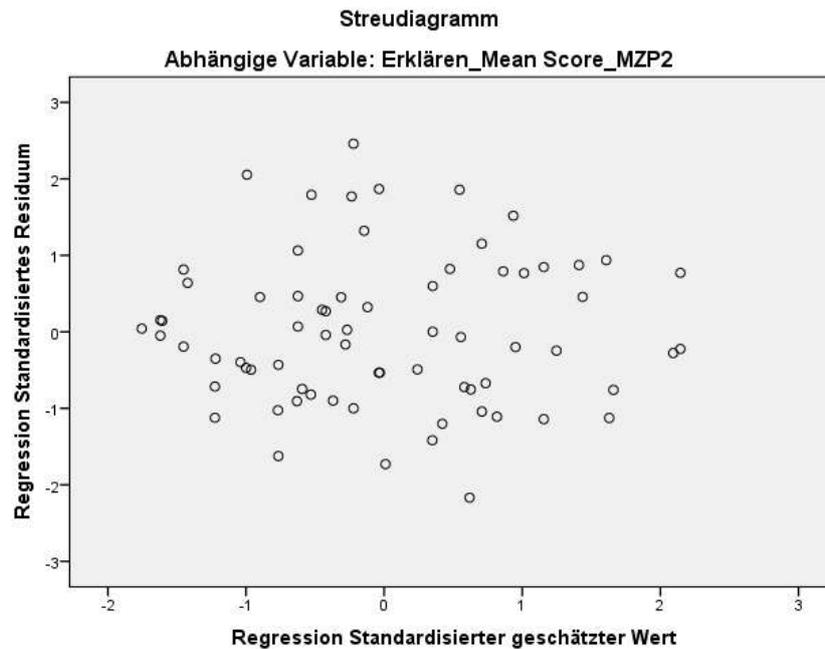
- Multikollinearität

Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Beschreiben (Pre-Test)
VIF	1,529	1,519	1,015

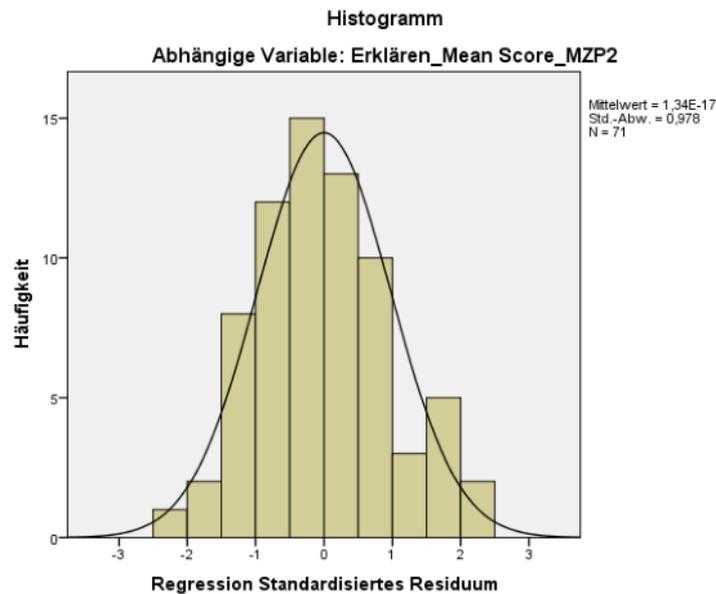
Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Erklären (N = 71)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Die Residuen sind annähernd gleichmäßig um den Nullwert der standardisierten Residuen verteilt. Der Erwartungswert der Residuen beträgt somit Null und die Voraussetzung ist erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus et al., 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung entspricht annähernd einer Normalverteilung. Somit ist die Voraussetzung erfüllt. Der Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung ist nicht signifikant (Teststatistik: 0,983; df = 71; p = 0,428). Die Residuen sind somit normalverteilt.

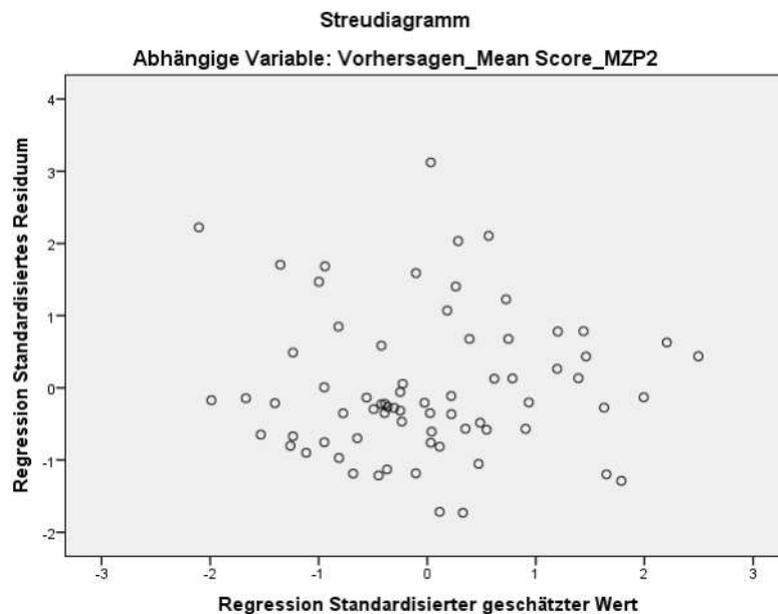
- Multikollinearität

Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen somit keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Beschreiben (Pre-Test)
VIF	1,503	1,496	1,015

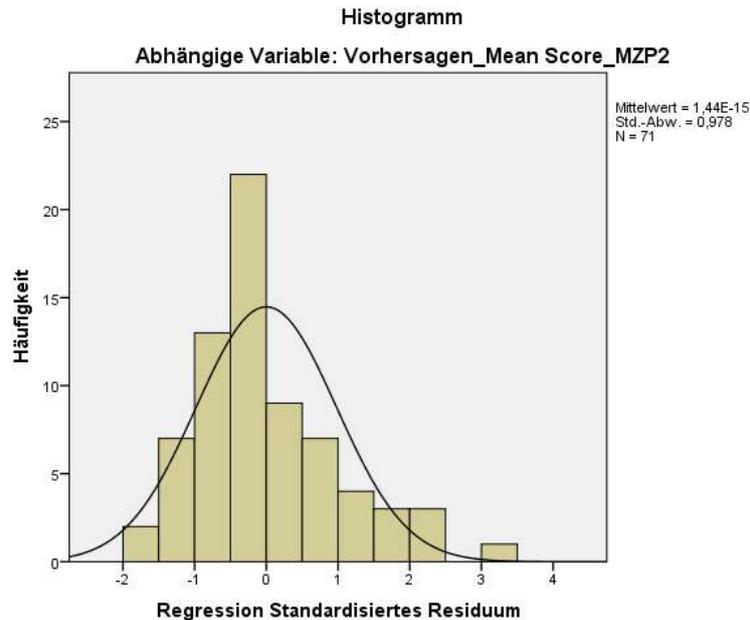
Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Vorhersagen (N = 71)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Die Residuen sind annähernd gleichmäßig um den Nullwert der standardisierten Residuen verteilt, wobei die positiven Residuen stärker streuen. Der Erwartungswert der Residuen beträgt annähernd Null und die Voraussetzung ist erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus et al., 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung der Residuen ist unsymmetrisch. Deshalb wurde zusätzlich zur visuellen Analyse der Verteilung der Residuen ein Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung durchgeführt. Es zeigte sich, dass die standardisierten Residuen nicht normalverteilt sind (Teststatistik: 0,942; df = 71; sign. = 0,003). Deshalb kann man nicht von einer Normalverteilung ausgehen. Dies muss bei der Interpretation der T-Werte der einzelnen Regressionskoeffizienten berücksichtigt werden.

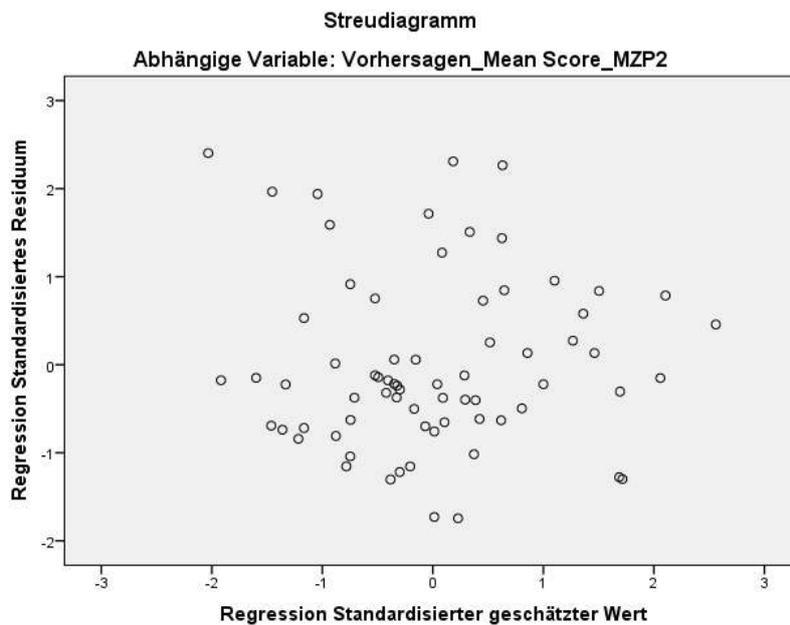
- Multikollinearität

Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen somit keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Beschreiben (Pre-Test)
VIF	1,529	1,498	1,052

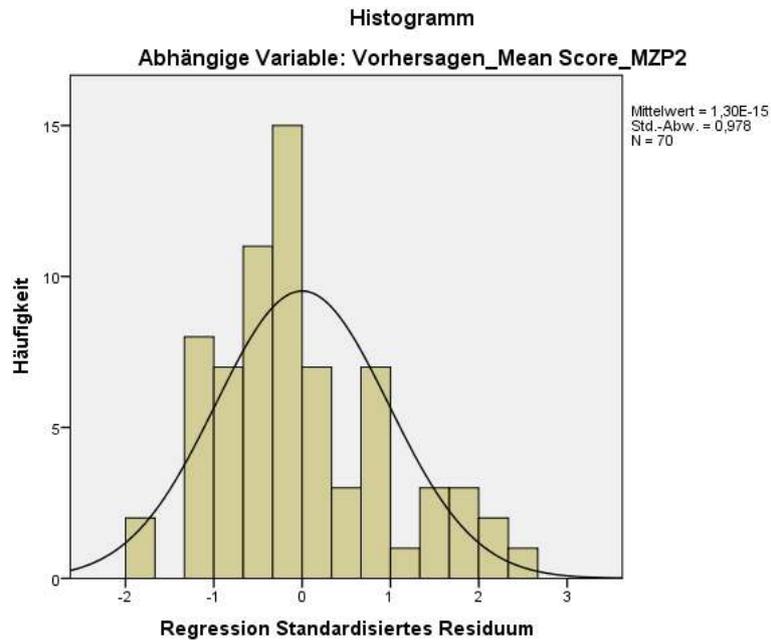
Voraussetzungen der Regressionsanalyse zum Vorhersagen ohne Ausreißer (N = 70)

Aus dem Streudiagramm mit den standardisierten Residuen auf der vertikalen Achse und den standardisierten geschätzten Werten aus dem Modell lassen sich folgende Voraussetzungen überprüfen:



- Durch den Ausschluss des Ausreißers ergibt sich ein Erwartungswert, der näherungsweise Null beträgt. Die Voraussetzung ist somit erfüllt.
- Die unabhängigen Variablen haben eine Varianz ungleich Null.
- Die Streuung der Residuen ist nicht systematisch. Es liegt somit Homoskedastizität vor. Die Störgröße ist nicht von den unabhängigen Variablen oder der Reihenfolge der Beobachtungen abhängig (Backhaus et al., 2016).

- Normalverteilung der Residuen



Die Verteilung ist immer noch unsymmetrisch. Deshalb wurde auch hier ein Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung durchgeführt. Es zeigte sich, dass die standardisierten Residuen auch ohne Ausreißer nicht normalverteilt sind (Teststatistik = 0,943; df = 70; sign. = 0,003). Dies muss bei der Interpretation der T-Werte der einzelnen Regressionskoeffizienten berücksichtigt werden.

- Multikollinearität

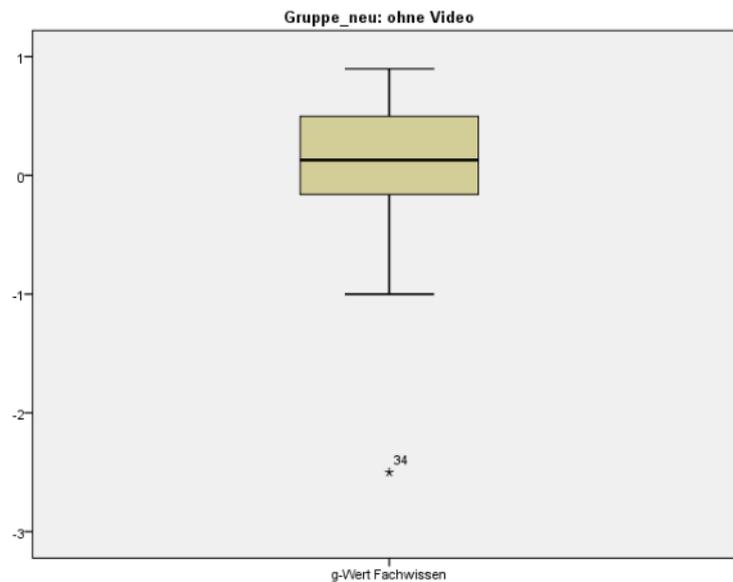
Die VIFs der drei unabhängigen Variablen sind kleiner als 5 und lassen keine Multikollinearität erkennen.

	LLL-Gruppe	LLLV-Gruppe	Vorhersagen (Pre-Test)
VIF	1,519	1,488	1,051

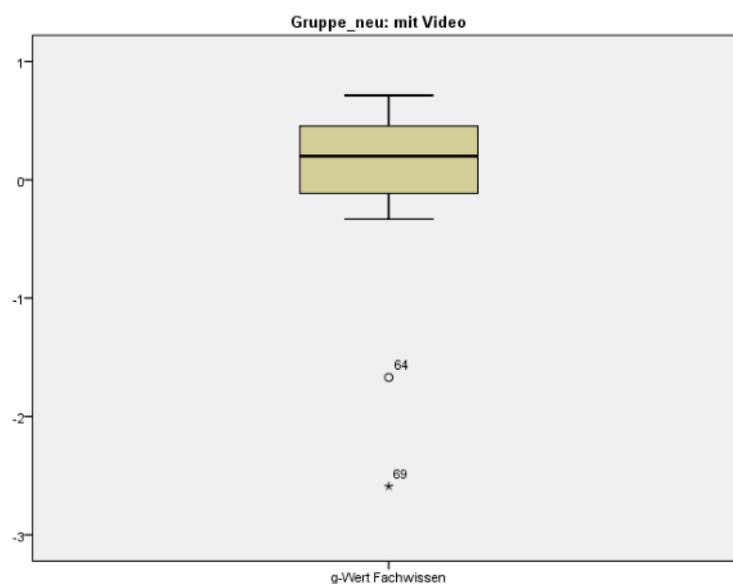
### Voraussetzungen der Korrelationsanalysen zum Abschnitt 7.3

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen die Ausreißer (34), (64) und (69), die für die Regressionsanalysen ausgeschlossen wurden.

Boxplot der Residuen der LLL-Gruppe zur Veranschaulichung der Ausreißer:



Boxplot der Residuen der LLLV-Gruppe zur Veranschaulichung der Ausreißer:



Die folgenden Tabellen zeigen die Tests auf Normalverteilung der Pre-Werte zur PU, zum TSPK-Test und zum CK-Test sowie der g-Werte bezüglich der LLL-Gruppe und der LLLV-Gruppe.

Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung der Pre-Werte:

	Shapiro-Wilk Test		
	Statistik	df	Signifikanz
PU Gesamt	,971	49	,276
Beschreiben	,970	49	,250
Erklären	,965	49	,155
Vorhersagen	,969	49	,229
TSPK	,982	49	,647
CK	,961	49	,108

Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung der g-Werte in der LLL-Gruppe:

	Shapiro-Wilk Test		
	Statistik	df	Signifikanz
g-Wert PU Gesamt	,948	27	,798
g-Wert Beschreiben	,961	27	,390
g-Wert Erklären	,982	27	,910
g-Wert Vorhersagen	,989	27	,990
g-Wert TSPK	,970	27	,605
g-Wert CK	,958	27	,338

Shapiro-Wilk Test auf Normalverteilung der g-Werte in der LLLV-Gruppe:

	Shapiro-Wilk Test		
	Statistik	df	Signifikanz
g-Wert PU Gesamt	,948	19	,362
g-Wert Beschreiben	,943	19	,295
g-Wert Erklären	,967	19	,725
g-Wert Vorhersagen	,934	19	,203
g-Wert TSPK	,976	19	,882
g-Wert CK	,955	19	,479

**A3: Der Analysebogen zur Videoreflexion**



## Videobasierte Analyse in der Praxisphase des Lehr-Lern-Labor Seminars



In der Analyse will ich mit Ihnen einzelne Szenen aufgreifen und nachbesprechen. Dabei geht es mir nicht darum begangene Fehler zu suchen und zu verbessern, sondern bestimmte Vorgehensweisen der Schülerinnen und Schüler (SuS) und der Lehrperson zu beschreiben, zu erklären und mögliche Auswirkungen theoriebasierend zu besprechen. Theoretischer Hintergrund stellen die Unterrichtsprinzipien Zielorientierung (Zielsetzung, Zielorientierung), Lernatmosphäre und Lernbegleitung (Regulation, Evaluation und Ausführen von Lernaktivitäten) dar.

## Die Lernatmosphäre

Videodatei: \_\_\_\_\_

Eine positive Grundeinstellung gegenüber Lernen und Leisten sowie ein **vertrauensvolles Klima** zwischen Lehrer und SuS und zwischen SuS sind Grundlagen für Lernbereitschaft und Lernvermögen. Die Schüler beteiligen sich am Unterricht, **ohne Angst** zu haben, etwas Falsches zu sagen oder zu machen. Dieses Unterrichtsprinzip thematisiert den **Humor** des Lehrers und das **Ernstnehmen** der Probleme, Fragen, Anregungen und die Reaktion des Lehrers auf **Fehler** der SuS

1.

### Beschreiben

Beschreiben Sie anhand der folgenden Fragen, was Sie beobachten konnten! Konzentrieren Sie sich nur auf die Beobachtung und versuchen Sie das Beobachtete noch nicht zu bewerten!

- a) Wie würden Sie die soziale Lernatmosphäre beschreiben? (Beispiel: Distanz zwischen Lehrperson und Schüler, findet die Kommunikation auf einer „Ebene“ statt?)

---

---

---

---

- b) Wie fühlen sich die einzelnen SuS bei der Bearbeitung der Station? Fühlen sie sich sicher oder unsicher? Dürfen die SuS **Fehler** machen?

---

---

---

---

- c) Wie reagiert die Lehrperson auf Fragen, Anregungen oder Fehler der SuS?

---

---

---

## 2.

### Bewerten / Begründen

Die Beobachtungen sollen nun bewertet werden und Konsequenzen daraus abgeleitet werden. Verbinden Sie dabei die Beobachtungen mit den Erkenntnissen aus den Theorien über „effektives Lehren und Lernen“.

Zu a) Welche Auswirkungen hat die beobachtete Lernatmosphäre auf den Lernerfolg?

---

---

---

---

Zu b) Woran erkennen Sie, wie (un)sicher die SuS beim Arbeiten sind? Welche Auswirkungen hat dies auf den Lernerfolg? Wie beeinflusst die Fehlerkultur das Lernen der SuS?

---

---

---

---

Zu c) Warum sind die Reaktionen der Lehrperson (nicht) lernförderlich?

---

---

---

---

Welche alternative Vorgehensweise könnte die Lehrperson wählen, um das Lernklima zu verbessern? Inwiefern würde dies das Lernen der SuS unterstützen? Begründen Sie!

---

---

---

## Die Lernbegleitung (Regulation, Evaluation und Ausführen von Lernaktivitäten)

Videodatei: \_\_\_\_\_

Die Lernbegleitung beschreibt den Begleitprozess während der Ausführung der Lernaktivität. Sie beinhaltet im Allgemeinen die **Interaktion des Lehrers mit dem Schüler**. Beobachtet werden die **Lehrerfragen**, die Reaktion des Lehrers auf Schüleräußerungen oder auf den Bearbeitungsprozess (**Feedback**), die Aktivierung der Schüler zum **selbstständigen Lernen** und zur **selbstständigen Kontrolle**, sowie die **Überprüfung der Lernziele**.

**1.**

### Beschreiben

Beschreiben Sie anhand der folgenden Fragen, was Sie beobachten konnten! Konzentrieren Sie sich nur auf die Beobachtung und versuchen Sie das Beobachtete noch nicht zu bewerten!

- a) Wie beeinflusst der Lehrer aktiv den Lernprozess? D.h.: Welche Hinweise, Handlungen, Hilfestellungen oder Fragen des Lehrers beeinflussen den Lernprozess des Schülers?

---

---

---

---

---

- b) Wie reagiert die Lehrperson auf Beiträgen oder Fehler der SuS?

---

---

---

---

---

- c) Inwieweit kommt es zu einer Kontrolle / Überprüfung der gesetzten Lernziele?

---

---

---

---

## 2.

### Bewerten / Begründen

Die Beobachtungen sollen nun bewertet werden und Konsequenzen daraus abgeleitet werden. Verbinden Sie dabei die Beobachtungen mit den Erkenntnissen aus den Theorien über „effektives Lehren und Lernen“.

Zu a) Inwieweit unterstützen / hemmen die Hinweise, Handlungen, Hilfestellungen oder Fragen der Lehrperson die Denk – und Verstehensprozesse der SuS? – Begründen Sie!

---

---

---

---

Zu b) Warum beeinflusste die Reaktion der Lehrperson auf Beiträgen oder Fehler der SuS das Erreichen der Lernziele?

---

---

---

---

Zu c) Wie beeinflusst die Kontrolle der Lernziele den Lernprozess der SuS?

---

---

---

Welche alternative Vorgehensweise könnte die Lehrperson in der Phase der Lernbegleitung wählen? Inwiefern würde dies das Lernen der SuS unterstützen? Begründen Sie!

---

---

---

## Die Zielorientierung (Zielsetzung und Orientierung)

Videodatei: \_\_\_\_\_

Die Zielorientierung dient der erfolgreichen **Vorbereitung** des Lernens der SuS. Sie besteht aus der Zielsetzung und der Orientierung. Die Zielsetzung umschreibt die klare Formulierung der **Lernziele**. Die Orientierung des Lernprozesses meint eine klare Vorgabe des **Ablaufs** und der **Strukturierung** des Vorgehens. Weiterhin soll der Lehrer das **Vorwissen** der SuS kontrollieren, aufgreifen und beim Erarbeiten des neuen Wissens verwenden. Die Phase der Zielorientierung beeinflusst somit die kognitive Aktivierung als auch die **Motivation** der SuS.

1.

### Beschreiben

Beschreiben Sie anhand der folgenden Fragen, was Sie beobachten konnten! Konzentrieren Sie sich nur auf die Beobachtung und versuchen Sie das Beobachtete noch nicht zu bewerten!

a) Wie wurden die Ziele der Station kommuniziert? Wurden die Ziele für die SuS deutlich?

---

---

---

---

b) Wie wurde der Ablauf oder das Vorgehen an der Station den Schülern vermittelt?

---

---

---

---

c) Wurde das Vorwissen der SuS aktiviert? Woran kannst du das erkennen?

---

---

---

d) Wurde versucht die SuS zu motivieren? Welche Art von Motivation liegt vor?

---

---

---

---

---

## 2.

### Bewerten / Begründen

Die Beobachtungen sollen nun bewertet werden und Konsequenzen daraus abgeleitet werden. Verbinden Sie dabei die Beobachtungen mit den Erkenntnissen aus den Theorien über „effektives Lehren und Lernen“.

Zu a) Inwieweit beeinflusst die beobachtete Zielformulierung den Lernprozess der Schüler?

---

---

---

---

---

---

Zu b) Inwieweit beeinflusst die beobachtete Beschreibung der Vorgehensweise den Lernprozess des Schülers?

---

---

---

Zu c) Welche Auswirkungen hat die Aktivierung des Vorwissens auf die Bearbeitung der Station? Welche Verstehensschwierigkeiten oder Herausforderungen könnten entstehen?

---

---

---

---

---

---

Zu d) Welche Auswirkungen hat die beobachtete Motivierung auf den Bearbeitungsprozess und das Behalten des Gelernten?

---

---

---

---

---

---

Welche alternative Vorgehensweise könnte die Lehrperson in der Phase der Zielorientierung wählen? Inwiefern würde dies das Lernen der SuS unterstützen? Begründen Sie!

---

---

---

---

---

---

## Vidoreflexion Teil Vier - Zusammenführung der drei Komponenten

Video: \_\_\_\_\_

Abkürzungen: S: Schüler(in), L: Lehrer(in)

### 1. Zielorientierung

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme eher zu	Stimme zu	nicht zu erkennen
Die Lernziele der Station wurden kommuniziert.					
Die S verstanden die Lernziele.					
Die S wurden motiviert.					
Die S waren (extrinsisch oder intrinsisch) motiviert.					
Der Ablauf der Station wurde den S vermittelt.					
Den S war von Beginn an der Ablauf der Station klar.					
Der L knüpft an das Vorwissen der S an.					
Die S wenden ihr Vorwissen an der Station an.					
Die S waren kognitiv überfordert.					
Die S empfinden das zu lernende Thema als relevant.					
Es wurden Voraussetzungen geschaffen das Wissen längerfristig zu speichern.					

Ergänzende Bemerkungen:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. Lernatmosphäre

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme eher zu	Stimme zu	nicht zu erkennen
Der Lehrer erzeugt ein positives, unterstützendes Lernklima.					
Die S tragen zu einem positiven, unterstützenden Lernklima bei.					
Der L zeigt Enthusiasmus bei der Betreuung.					
Der L geht auf Fragen, Fehler, Anregungen der S ein.					
Die S experimentierten und kommunizierten ohne „Angst“ zu haben, etwas falsch zu machen oder etwas Falsches zu sagen.					
Es besteht eine gute L-S – Beziehung.					
Es besteht eine gute S-S – Beziehung.					
Humor ist erlaubt.					
Die S arbeiteten gerne an dieser Station.					
Jeder Schüler war sozial integriert.					
Die S korrigierten selbstständig ihre Fehler.					
Die S hatten eine positive Selbstwahrnehmung.					
Die Schüler empfanden ein Kompetenzgefühl.					

Ergänzende Bemerkungen: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 3. Lernbegleitung

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Stimme eher zu	Stimme zu	nicht zu erkennen
Der L reagierte konstruktiv auf Fehler der S.					
Der L stellte offene Fragen.					
Das Niveau der Fragestellungen war angepasst.					
Der L lobte die Schüler sinnvoll.					
Der L gab konstruktives Feedback.					
Das Erreichen der Lernziele wurde überprüft.					
Die S waren beim Bearbeiten der Station stets interessiert.					
Die Betreuung des L war zu intensiv.					
Die Art der Lernbegleitung unterstützte die Motivation der S.					

Ergänzende Bemerkungen:

---



---

### Anhang A4: Der Fragebogen zur Videoanalyse

#### Fragebogen zur Videoanalyse

Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen bezüglich den Videoreflexionen. Die Zahl 1 steht für „Trifft genau zu“ und die Zahl 6 für „Trifft überhaupt nicht zu“.

	1	2	3	4	5	6
Mich selbst beim Unterrichten zu sehen war mir unangenehm.						
Es fiel mir schwer meine Kommilitonen ehrlich zu bewerten.						
Es fiel mir schwer pädagogische Aspekte in den Videos zu erkennen.						
Die Analyse von Videoclips in der Praxisphase des LLL- Seminars verbessern das Reflektieren.						
Ich könnte mir vorstellen, mich in einem weiteren Seminar oder im Referendariat nochmals filmen zu lassen.						

Weitere Kommentare:

---

---

---

---

---

Vielen Dank für die Teilnahme an der Videoanalyse!

Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie  
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*  
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben  
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haerberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*  
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht  
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*  
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums  
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*  
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*  
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*  
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*  
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*  
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*  
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*  
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*  
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*  
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*  
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*  
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*  
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*  
ISBN 978-3-8325-0060-3      40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-0134-1      40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule  
ISBN 978-3-8325-0186-0      40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt  
ISBN 978-3-8325-0183-9      40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik  
ISBN 978-3-8325-0292-8      40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*  
ISBN 978-3-8325-0316-1      40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht  
ISBN 978-3-8325-0368-0      40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*  
ISBN 978-3-8325-0483-0      40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-0488-5      40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-0543-1      40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrvorstellungen zum Experiment im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-0576-9      40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*  
ISBN 978-3-8325-0609-4      40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken  
ISBN 978-3-8325-0689-6      40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt  
ISBN 978-3-8325-0730-5      40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker  
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben  
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*  
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*  
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik  
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM  
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*  
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff  
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback  
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*  
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*  
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik  
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*  
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*  
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften  
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats  
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*  
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*  
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*  
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia  
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*  
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*  
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*  
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhardt: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten  
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*  
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*  
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente  
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts  
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*  
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*  
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht  
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*  
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer  
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*  
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*  
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben  
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*  
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum  
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*  
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*  
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*  
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*  
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*  
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*  
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*  
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*  
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*  
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden  
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*  
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education  
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum  
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften  
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*  
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*  
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht  
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests  
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*  
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR
- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons

- ISBN 978-3-8325-2540-8      36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*  
ISBN 978-3-8325-2548-4      47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*  
ISBN 978-3-8325-2558-3      54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen  
ISBN 978-3-8325-2574-3      45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*  
ISBN 978-3-8325-2609-2      36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*  
ISBN 978-3-8325-2674-0      44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes  
ISBN 978-3-8325-2680-1      33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement  
ISBN 978-3-8325-2684-9      36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*  
ISBN 978-3-8325-2761-7      40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*  
ISBN 978-3-8325-2804-1      34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-2817-1      40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe  
ISBN 978-3-8325-2843-0      39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-2853-9      39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*  
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*  
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*  
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*  
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*  
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*  
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen  
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*  
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen  
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften  
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR

- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*  
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR
- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*  
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*  
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern  
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*  
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*  
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*  
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*  
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*  
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*  
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR

- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*  
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR
- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*  
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik  
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*  
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase  
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*  
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien  
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben  
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*  
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren  
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR

- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*  
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR
- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*  
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*  
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktorischer Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern  
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben  
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*  
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften  
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*  
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*  
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR

- 166 Veranika Maiseyenko: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*  
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*  
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln. Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung  
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen  
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*  
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik  
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*  
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter\_innen der Sekundarstufenlehrämter*  
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung  
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR

- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“  
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR
- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion  
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung  
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*  
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*  
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*  
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*  
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*  
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*  
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen  
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR

- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*  
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR
- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme  
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*  
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts  
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe  
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit  
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*  
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung  
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen  
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik  
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen  
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.  
*Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie*  
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika  
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*  
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR

- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*  
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR
- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*  
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*  
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*  
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften  
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren  
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*  
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*  
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*  
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR

- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*  
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR
- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik? *Eine Untersuchung mit Studierenden*  
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle  
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*  
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften  
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*  
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren  
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung  
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung  
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg  
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*  
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden  
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*  
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR

- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik  
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR
- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?  
*Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom*  
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*  
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie  
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin  
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht  
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*  
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten  
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*  
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*  
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*  
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR

- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*  
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR
- 243 Katrin Schübler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*  
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen  
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*  
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika  
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry  
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*  
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*  
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps  
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*  
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*  
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR

- 253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*  
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR
- 254 Julia Haase: Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben*  
ISBN 978-3-8325-4685-4 38.50 EUR
- 255 Antje J. Heine: Was ist Theoretische Physik? *Eine wissenschaftstheoretische Betrachtung und Rekonstruktion von Vorstellungen von Studierenden und Dozenten über das Wesen der Theoretischen Physik*  
ISBN 978-3-8325-4691-5 46.50 EUR
- 256 Claudia Meinhardt: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern  
ISBN 978-3-8325-4712-7 47.00 EUR
- 257 Ann-Kathrin Schlüter: Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen Gemeinsamen Unterricht  
ISBN 978-3-8325-4713-4 53.50 EUR
- 258 Stefan Richtberg: Elektronenbahnen in Feldern. Konzeption und Evaluation einer webbasierten Lernumgebung  
ISBN 978-3-8325-4723-3 49.00 EUR
- 259 Jan-Philipp Burde: Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells  
ISBN 978-3-8325-4726-4 57.50 EUR
- 260 Frank Finkenberger: Flipped Classroom im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-4737-4 42.50 EUR
- 261 Florian Treisch: Die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung im Lehr-Lern-Labor Seminar  
ISBN 978-3-8325-4741-4 41.50 EUR
- 262 Desiree Mayr: Strukturiertheit des experimentellen naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses  
ISBN 978-3-8325-4757-8 37.00 EUR
- 263 Katrin Weber: Entwicklung und Validierung einer Learning Progression für das Konzept der chemischen Reaktion in der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-4762-2 48.50 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.



# Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung in Deutschland.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

## **Kontaktadressen:**

Prof. Dr. Hans Niedderer  
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften,  
Abt. Physikdidaktik, FB Physik/Elektrotechnik,  
Universität Bremen,  
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen  
Tel. 0421-218 2484/4695, e-mail:  
niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Helmut Fischler  
Didaktik der Physik, FB Physik, Freie Universität Berlin,  
Arnimallee 14, 14195 Berlin  
Tel. 030-838 56712/55966, e-mail:  
fischler@physik.fu-berlin.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth  
Didaktik der Chemie,  
Fachbereich Chemie,  
Universität Duisburg-Essen,  
Schützenbahn 70, 45127 Essen  
Tel. 0201-183 3757/3761, e-mail:  
elke.sumfleth@uni-essen.de

In Lehr-Lern-Labor Seminaren können Lehramtsstudierende ihr fachliches, didaktisches und pädagogisches Wissen aufgreifen und in komplexitätsreduzierten Handlungsumgebungen anwenden. Dabei erstellen sie Experimentierstationen, um anschließend in einer iterativen Praxis mehrmals Schülerinnen und Schüler an diesen Stationen zu betreuen. Grundlegend für dieses Vorgehen sind Reflexionsprozesse zwischen den Betreuungen.

Inwieweit diese Reflexionsprozesse die Entwicklung der Professionellen Unterrichtswahrnehmung der Studierenden fördern, wurde mit dieser Arbeit untersucht. Als ergänzende Intervention wurden fragenbasierte Videoanalysen der eigenen Betreuungen in das Seminar implementiert.

Die Regressionsanalysen zeigten, dass sich die Professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden durch die Teilnahme am Seminar verbesserte, wenn zusätzlich das eigene Vorgehen und das ihrer Kommilitonen anhand der erstellten Videos analysiert wurden. Ohne Videoanalyse konnte keine Veränderung festgestellt werden.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-4741-7