

Studien zum Physik- und Chemielernen

M. Hopf, H. Niedderer, M. Ropohl, E. Sumfleth [Hrsg.]

313

Ann-Kathrin Beretz

Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts

Eine Videostudie in den Fächern Physik
und Mathematik

λογος

Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos Verlag Berlin lädt Forscherinnen und Forscher ein, ihre neuen wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen im Kontext einer Vielzahl von bereits erschienenen Arbeiten zu quantitativen und qualitativen empirischen Untersuchungen sowie evaluativ begleiteten Konzeptionsentwicklungen zu veröffentlichen. Die in den bisherigen Studien erfassten Themen und Inhalte spiegeln das breite Spektrum der Einflussfaktoren wider, die in den Lehr- und Lernprozessen in Schule und Hochschule wirksam sind.

Die Herausgeber hoffen, mit der Förderung von Publikationen, die sich mit dem Physik- und Chemielernen befassen, einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Verbesserung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und Elke Sumfleth

Studien zum Physik- und Chemielernen

Band 313

Ann-Kathrin Beretz

Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts

Eine Videostudie in den
Fächern Physik und Mathematik

Logos Verlag Berlin



Studien zum Physik- und Chemielernen

Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl und 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 2021

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5288-6

ISSN 1614-8967

Logos Verlag Berlin GmbH
Georg-Knorr-Str. 4, Geb. 10
D-12681 Berlin

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

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

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

**Diagnostische Prozesse
von Studierenden des Lehramts –
eine Videostudie in den Fächern
Physik und Mathematik**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

- Dr. rer. nat. -

am Fachbereich 07

(Mathematik und Informatik, Physik, Geografie)

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Ann-Kathrin BERETZ

Institut für Didaktik der Physik

November 2020

Erstgutachterin: Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Katja Lengnink

Prüfer: Prof. Dr. Joachim Stiensmeier-Pelster

Prüfer: Prof. Dr. Detlev Hofmann

Tag der Disputation: 18.02.2021

Für meine Familie: Lilly, Charlotte, Pascal, Karola und Torsten.

Danke für Eure bedingungslose Unterstützung und Liebe!

Teile dieser Arbeit sind bereits erschienen in:

Aufschnaiter, C. v., Münster, C. & Beretz, A. (2018). Zielgerichtet und differenziert diagnostizieren. In *MNU Journal*, 71(6), 382-387.

Bartel, M. E., Beretz, A., Lengnink, K. & Roth, J. (2018). Prozessbegleitende Diagnose beim Mathematiklernen - Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren. In *MNU Journal*, 71(6), 375-382.

Beretz, A., Lengnink, K. & Aufschnaiter, C. v. (2016). Wie diagnostizieren Lehramtsstudierende das Verstehen und Lernen von Schülerinnen und Schülern? In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016*, 133-136. Münster: WTM-Verlag.

Beretz, A., Aufschnaiter, C. v. & Lengnink, K. (2017). Bearbeitung diagnostischer Aufgaben durch Lehramtsstudierende. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis, Tagungsband der GDGP-Jahrestagung 2016 in Zürich*, 37, 244-247.

Beretz, A., Lengnink, K. & Aufschnaiter, C. v. (2017). Diagnostische Kompetenz gezielt fördern – Videoeinsatz im Lehramtsstudium Mathematik und Physik. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping & K. Lengnink (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen – Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*, 149-168. Münster: Waxmann.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Theoretische Ansätze: Diagnostik und Förderung in der Lehrerbildung	15
2.1	Definitiorische Grundlagen von Diagnostik	15
2.1.1	Diagnostik in der deutschsprachigen Lehrerbildungsforschung	15
2.1.2	Formatives und summatives Assessment als diagnostikbezogene Konstrukte	19
2.1.3	Arten der Diagnostik	20
2.1.4	Operationalisierung des Diagnoseprozesses für die vorliegende Arbeit	22
2.2	Diagnostische Kompetenz – Modellierungen, Operationalisierungen und empirische Befundlagen	27
2.2.1	Modellierungen diagnostischer Kompetenz – Professionswissen vs. Standards	28
2.2.2	Operationalisierung diagnostischer Kompetenz – Genauigkeit vs. Prozess	37
3	Konzeptionelle Einbettung	45
3.1	Die Einordnung der Arbeit in das Verbundprojekt „4DiF“	45
3.2	Konzeption und Abstimmung der Lehrveranstaltungen	47
3.3	Kontrast der Veranstaltungen	61
4	Ziele und Fragestellungen der Untersuchung	67
5	Anlage der Untersuchung	73
5.1	Beschreibung der Untersuchungsinstrumente	73
5.2	Stichprobenbeschreibung	98

6	Auswertung	105
6.1	Auswertung des Fragebogens zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung	105
6.2	Auswertung der Diagnoseprozesse in den schriftlichen Analysen und Videoaufzeichnungen	116
7	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	147
7.1	Struktur der Diagnosen	147
7.2	Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen in den Diagnosen	178
7.3	Erleben von Relevanz und Fähigkeiten in Bezug auf Diagnostik	193
8	Zusammenfassung und Ausblick	213
8.1	Zentrale Ergebnisse	214
8.2	Konsequenzen für die universitäre Lehre zur Diagnostik	221
8.3	Ableitung sich anschließender Forschungsperspektiven	225
	Literaturverzeichnis	231
	Abbildungsverzeichnis	247
	Tabellenverzeichnis	251
	Anhang	261
	Anhang A: Einverständniserklärung für Studierende	261
	Anhang B: Biografischer Fragebogen	263
	Anhang C: Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung	268
	Anhang D: Schriftliche Transkriptanalysen Physik	273
	Anhang E: Schriftliche Transkriptanalysen Mathematik	279
	Anhang F: Interviewfragebogen und Interviewleitfaden	285
	Anhang G: Transkriptionsleitfaden	291
	Anhang H: Kategoriensystem	292
	Anhang I: Kodiermanual	293

Anhang J: Übersicht Kodierungen <i>Diagnoseprozess</i>	312
Anhang K: Übersicht Kodierungen <i>Time on Task</i>	316
Anhang L: Übersicht Kodierungen <i>Fokus</i>	319
Anhang M: Übersicht Kodierungen <i>inhaltlicher Gegenstand</i>	322
Anhang N: Übersicht Wilcoxon-Test zu allen Relevanzitems	328
Danksagung	331

1 Einleitung

Fachdidaktische Forschung zur Lehrerprofessionalisierung diskutiert vor dem Hintergrund wachsender Heterogenität seit einigen Jahren intensiv die Bedeutung von Diagnostik und Förderung als zentrale Aspekte professioneller Kompetenz von Lehrkräften zur adaptiven Gestaltung des Unterrichts (v. Aufschnaiter et al., 2015; Klug, Bruder, Kelava, Spiel & Schmitz, 2013). Von Baumert und Kunter (2006) wird diagnostische Kompetenz sogar als zentrale Teilkompetenz des professionellen Wissens und Könnens bezeichnet. Sie umfasst allgemein jede Aktivität, die darauf gerichtet ist, das Verständnis und den Lernprozess von Schüler*innen angemessen genau zu erfassen (Baumert & Kunter, 2006), um daran anschließend zu Aussagen über Fördermöglichkeiten im Rahmen einer konstruktiv-unterstützend wirkenden Unterrichtsgestaltung zu gelangen (s. a. didaktisches Anschlusshandeln, Abs, 2007).

Vor dem Hintergrund dieser wissenschaftlichen Diskussion ist es nicht verwunderlich, dass die Zentralität von Diagnostik und Förderung auch in den unterschiedlichen Phasen der Lehrerbildung Berücksichtigung findet. In den *Standards der Lehrerbildung* der KMK (2004b) werden die beiden Aspekte beispielsweise in einem der vier zentralen Kompetenzbereiche, dem Beurteilen, aufgegriffen: „*Lehrerinnen und Lehrer diagnostizieren Lernvoraussetzungen und Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern; sie fördern Schülerinnen und Schüler gezielt und beraten Lernende und ihre Eltern*“ (KMK, 2004b, S. 11). Dementsprechend versucht das dieser Arbeit zugrunde liegende Verbundprojekt „4DiF – Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen“¹ Lerngelegenheiten zu Diagnostik und Förderung für die erste Phase der Lehrerbildung zu entwickeln, zu erproben und den Kompetenzaufbau zu untersuchen.

¹ An dem von Oktober 2014 bis März 2018 durch die Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projekt (detailliertere Informationen siehe Kapitel 3) waren folgende Institutionen beteiligt: TU Dortmund - Didaktik der Mathematik, Didaktik der Chemie und Fakultät für Rehabilitationswissenschaften; Universität Bremen - Didaktik der Mathematik, Didaktik der Chemie und inklusive Pädagogik; Justus-Liebig-Universität Gießen - Didaktik der Mathematik und Didaktik der Physik; Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg - Didaktik der Biologie, Didaktik der Mathematik und Bildungswissenschaften.

Im Fokus des Projektes „4DiF“ steht unter anderem die Idee, Studierende für unterschiedliche Dimensionen von Heterogenität zu sensibilisieren und darüber für die fachbezogene Diagnose und Förderung der Lernenden zu motivieren (Selter et al., 2017b). Dabei wird methodisch auf Unterrichtsvignetten (überwiegend Videos, transkribierte Bearbeitungsprozesse und Aufgabenbearbeitungen) zurückgegriffen, mithilfe derer die unterschiedlichen Heterogenitätsdimensionen der Lernenden herausgearbeitet und im Sinne einer Lerngelegenheit für die Studierenden als Diagnose- und Fördergegenstand genutzt werden. Sie eignen sich dementsprechend dazu, um über Aspekte und Kriterien von Diagnostik und Förderung sowie den Prozess des Diagnostizierens nachzudenken, dies beispielgebunden im Sinne des fallbasierten Lernen zu erproben und so zur Entwicklung der Diagnose- und Förderkompetenz beizutragen (van Es & Sherin, 2008). Das Spezifische an der hier dokumentierten Untersuchung am Standort Gießen ist die fächerübergreifende Abstimmung zweier aufeinanderfolgender Veranstaltungen der Physik- und Mathematikdidaktik, deren Kernelement der bereits angesprochene Einsatz von videografierten Lernprozessen ist.

Die Komplexität, der sich die Lehrerbildung dabei stellen muss, besteht in der Vermittlung zwischen Lehre und Forschung. Im vorliegenden Fall wird auf Seiten der Lehre eine Implementation neuer Lehrinhalte und Methoden zur Diagnostik und Förderung initiiert, die mit der Fokussierung des Prozesses während des Diagnostizierens eine andere Richtung einschlägt als die bisherige Schwerpunktsetzung der Forschung, die sich einem quantifizierten Maß bzw. einer möglichst genauen Erfassung von diagnostischer Kompetenz widmet. Dadurch ergibt sich als Herausforderung dieses „Gegensatzes“ die Notwendigkeit, aus Sicht der Lehre möglichst empirisch zu klären, was diagnostische Kompetenz – jenseits einer Genauigkeit von Urteilen – eigentlich umfassen müsste, um Lerngelegenheiten dazu zielführend auszugestalten. Dem versucht das hier beschriebene Projekt zu begegnen, indem es – sozusagen explorativ als Vorschritt – durch eine zweite Ebene der Videoaufzeichnung² von Studierenden bei der Bearbeitung diagnostischer Aufgaben einen Blick auf die (individuelle) Entwicklung

² Auf der ersten Ebene bilden Videos das Lernmaterial selbst, auf der zweiten Ebene werden Videos als Medium zur Dokumentation der videobasierten Lernprozesse genutzt (vgl. Seidel und Thiel (2017)).

von diagnostischen Prozessen wirft: Welche strukturellen und inhaltlichen Zugänge zeigen sie zur Diagnostik von Lernprozessen und deren Förderung? Worin bestehen ggf. spezifische Lernhürden oder Hindernisse in einem diagnostischen Prozess? Welche Wirkung hat der Einsatz von videobasierten Unterrichtsvignetten auf die Entwicklung diagnostischer Prozesse und wie erleben die Studierenden das spezifische Lernangebot zur Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen?

Insgesamt wird deutlich, dass Diagnose und Förderung im Rahmen der Arbeit auf zwei Ebenen betrachtet wird: Auf Seiten der Lehre stellt es den Lerngegenstand für die Studierenden dar, indem Konzepte und Verfahren theoriegeleitet erarbeitet und praxisnah erprobt werden. Auf Seiten der Forschung liefern die mithilfe von Videoaufzeichnungen und anderen Verfahren (z. B. Erhebung von Produktvignetten, vgl. v. Aufschnaiter, Selter & Michaelis, 2017) dokumentierten diagnostischen Prozesse der Studierenden ihrerseits Daten für eine Diagnostik an den Studierenden. Die diagnostischen Prozesse stellen somit nicht nur die zentralen Untersuchungsgegenstände dieser Arbeit dar, sondern – im Sinne einer Förderung – auch die Ausgangsbasis für die (empirisch gestützte) Überarbeitung der spezifischen Lernangebote bzw. die Ausgestaltung einer auf den Aufbau diagnostischer Kompetenz ausgerichteten Lehre im Allgemeinen.

Entlang dieser beiden Ebenen (1) *Diagnostik für Studierende* und (2) *Diagnostik an Studierenden* gliedert sich die vorliegende Arbeit in einen theoretischen (1) und einen empirischen Teil (2). Der theoretische Teil stellt zum einen dar, welche theoretischen Ansätze von Diagnostik und Förderung in der Lehrerbildung der Arbeit und dem Projekt zugrunde liegen (Kapitel 2), indem einerseits definitorische Grundlagen und Charakteristika des diagnostischen Prozesses skizziert und andererseits verbreitete Modellierungen und Operationalisierungen der zugehörigen diagnostischen Kompetenz inklusive der empirischen Befundlagen vorgestellt werden. Daneben befasst sich der theoretische Teil mit der konzeptionellen Einbettung des Projektes in Form der Beschreibung des Verbundprojektes im Allgemeinen und der Veranstaltungskonzeption und -abstimmung am Standort Gießen im Speziellen (Kapitel 3). Der empirische Teil beginnt in Kapitel 4 zunächst mit der Darlegung der an die theoretischen Überlegungen anknüpfenden Forschungsfragen. In Kapitel 5 wird die Anlage der Untersuchung

beschrieben, was neben der Vorstellung der eingesetzten Instrumente und dem Ablauf der Datenerhebung die Beschreibung der Stichprobe beinhaltet. Daran anschließend wird in Kapitel 6 methodisch die Auswahl und Auswertung der unterschiedlichen Daten ausgeführt, wobei ein Hauptaugenmerk auf der Beschreibung des entwickelten Kodierleitfadens liegt. In Kapitel 7 folgt dann die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse, bevor Kapitel 8 als Zusammenfassung mit Ausblick den Abschluss der Arbeit bildet, in dem neben den zentralen Ergebnissen insbesondere Konsequenzen für die universitäre Lehre zur Diagnostik auch sich anschließende Forschungsperspektiven skizziert werden.

Theoretischer Teil

2 Theoretische Ansätze: Diagnostik und Förderung in der Lehrerbildung

In der (fach-)didaktischen Forschung herrscht interdisziplinär Einigkeit darüber, dass Diagnose- und Förderkompetenz von Lehrkräften einen hohen Stellenwert für erfolgreiches Lehrerhandeln und den Lernerfolg der Schüler*innen haben. So postuliert beispielsweise Horstkemper (2004) deren Wichtigkeit wie folgt:

Diagnostik ist eine Aufgabe neben vielen anderen im pädagogischen Handlungsfeld – allerdings eine für die Steuerung des Lehr-Lernprozesses besonders bedeutsame. Diagnostische Kompetenz wird als Basisqualifikation von allen Lehrkräften gleichermaßen benötigt. (S.204)

Umso wichtiger erscheint es daher, Diagnose- und Förderkompetenz bereits im Rahmen der Ausbildung angehender Lehrkräfte zum Lerngegenstand zu machen, universitäre Lehre aber auch an die Studierenden angepasst zu gestalten, um die Kompetenz als Lehrende somit selbst zu verkörpern (u. a. v. Aufschnaiter et al., 2015).

Trotz der Einigkeit und anerkannten Zentralität diagnostischer Kompetenz im Gefüge professioneller Kompetenz, vielleicht aber auch gerade wegen des breiten Interesses über Fächergrenzen hinaus, finden sich viele verschiedene Definitionen von diagnostischer Kompetenz und Diagnostik. Worin der konzeptuelle Unterschied dieser beiden Begriffe besteht (Kapitel 2.1 Definitorische Grundlagen) und welche Modellierungen und Operationalisierungen existieren (Kapitel 2.2 Diagnostische Kompetenz), wird im Folgenden kontrastiert und dargestellt.

2.1 Definitorische Grundlagen von Diagnostik

2.1.1 Die Begriffe in der deutschsprachigen Lehrerbildungsforschung

Eine Abgrenzung der Begriffe diagnostische Kompetenz und Diagnostik scheint auf den ersten Blick trivial: Diagnostische Kompetenz beschreibt die latenten Fähigkeiten einer Person, die im Rahmen eines diagnostischen Prozesses benötigt werden. Diag-

nostik bezieht sich auf die Performanz, also den Einsatz dieser Fähigkeiten und Fertigkeiten in einer realen Situation, umfasst sozusagen die Tätigkeit des Diagnostizierens im Sinne einer Operationalisierung (Ausdeutung des Kompetenzverständnisses nach Blömeke, Gustafsson & Shavelson, 2015). Dies lässt sich mit dem folgenden Beispiel etwas konkreter veranschaulichen. Der vorliegenden Arbeit wird die Weinertsche Definition diagnostischer Kompetenz zugrunde gelegt, die neben den latenten Fähigkeiten die Breite diagnostischer Tätigkeiten im Kompetenzgefüge betont. Demnach umfasst **diagnostische Kompetenz**

[e]in Bündel von Fähigkeiten, um den Kenntnisstand, die Lernfortschritte und die Leistungsprobleme der einzelnen Schüler sowie die Schwierigkeiten verschiedener Lernaufgaben im Unterricht fortlaufend beurteilen zu können, sodass das didaktische Handeln auf diagnostischen Einsichten aufgebaut werden kann. (Weinert, 2000, S. 14)

Die darin enthaltenen, charakteristischen Elemente einer **Diagnostik** umfassen (1) einerseits einen Fokus auf Lösungen und Bearbeitungsprozesse, um Aussagen über (fehlende) Kompetenzen³ und den Kompetenzaufbau von Lernenden zu generieren (s. a. Helmke, 2009; Ingenkamp & Lissmann, 2008). Andererseits beinhalten sie (2) einen Fokus auf die Kompetenzanforderung an bzw. Wirkung von Aufgaben⁴ auf Lernende, um Aussagen über deren Passung zu den Lernenden treffen zu können (s. a. Krauss et al., 2008; Helmke, Hosenfeld & Schrader, 2003). Damit kann Diagnostik als eine spezifische Teilmenge unterrichtsbezogener Analysen aufgefasst werden (v. Aufschnaiter, 2016), die zugleich die vermehrt betonte Fachspezifität von Diagnostik beinhaltet (z. B. Buholzer & Zullinger, 2013; Riese, 2009). Durch die Forderung, die gewonnenen diagnostischen Einsichten in das didaktische Handeln einfließen zu las-

³ Gemeint ist das Weinertsche Kompetenzverständnis, das sich neben den kognitiven Fähigkeiten auch auf die emotional, motivational und volitionalen Bereitschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten wie beispielsweise das fachspezifische Interesse und die Motive bezieht (Weinert (2001)).

⁴ Auch im Sinne eines Einsatzes als diagnostisches Instrument.

sen, beinhaltet Diagnostik (3) zudem eine Förderabsicht (Voraussetzung für die Förderung von individuellen Lernprozessen⁵; u. a. Rogalla & Vogt, 2008; Maier, 2010), die letztendlich die Abgrenzung von anderen unterrichtsbezogenen, analytischen Aktivitäten darstellt. Hußmann und Selter (2013) beschreiben sogar eine Art gegenseitige Abhängigkeit: *„Förderung ohne vorangehende Diagnose erfolgt in der Regel unspezifisch, Diagnose ohne darauf aufbauende Förderung bleibt häufig wirkungslos und führt nicht selten zur Stigmatisierung“* (Hußmann & Selter, 2013, S. 16). Diagnostik wird im Rahmen dieser Arbeit damit als (i) **analytischer Zugang** zu Kompetenzen, Kompetenzveränderungen und Kompetenzentwicklungen von Schüler*innen bzw. zu Kompetenzanforderungen von Aufgaben mit (ii) einer **gezielten Förderabsicht** definiert.

Dass diese Auffassung von Diagnostik mit Blick in die Literatur konsensfähig ist, zeigen auch verschiedene andere Beschreibungen des Begriffs:

- Diagnostik als Lehrerwahrnehmung der individuellen Vorstellungen, Lernstrategien und Verständnisschwierigkeiten mit Bezug zur kognitiven Entwicklung der Schüler*innen (vgl. Chi, Siler & Jeong, 2004) und dem Ziel, den Lehr-Lernprozess zu optimieren (vgl. Maier, 2010)
- *Pädagogische Diagnostik umfasst alle diagnostischen Tätigkeiten, durch die bei Individuen (und den in einer Gruppe Lernenden) Voraussetzungen und Bedingungen planmäßiger Lehr- und Lernprozesse ermittelt, Lernprozesse analysiert und Lernergebnisse festgestellt werden, um individuelles Lernen zu optimieren. (Ingenkamp & Lissmann, 2008, S. 13)*

In der deutschsprachigen Literatur können all diese Ansätze unter dem Schlagwort der Modifikations- bzw. Förderdiagnostik verortet werden. Sie zielt auf eine Verbesserung des Lernens ab (Ingenkamp & Lissmann, 2008), indem durch die Anpassung des Unterrichts an diagnostizierte Merkmale angemessenere Interventionen und Maßnahmen

⁵ Denkbar sind drei Varianten, die die Adressaten der Fördermaßnahmen betreffen: 1) für den/die gerade diagnostizierte/n Lernende/n (individualisierte Förderung; u. a. Rogalla und Vogt (2008)); 2) für Gruppen der gerade diagnostizierten Lernenden im Hinblick auf Binnendifferenzierung sowie 3) für andere Lernende, insbesondere zu einem späteren Zeitpunkt.

eingeleitet werden (Schrader, 1997). Dazu ist es, wie in der der Arbeit zugrundeliegenden Definition betont, notwendig, sich fortlaufend mit den Lernprozessen der Schüler*innen auseinanderzusetzen, diese zu planen, zu begleiten, zu überwachen und zu regulieren (vgl. Schrader, 2011; Lernprozessdiagnostik bei Hascher, 2011a). Allerdings ist dies nicht die einzige Ausdifferenzierung von Diagnostik bzw. Operationalisierung diagnostischer Kompetenz. Diagnostische Kompetenz wurde lange Zeit im deutlichen Kontrast dazu als Urteilsgenauigkeit operationalisiert: „*mit diagnostischer Kompetenz [...] [wird] die Fähigkeit eines Urteilers [bezeichnet], Personen zutreffend zu beurteilen*“ (Schrader & Praetorius, 2006, S. 95, vgl. Abschnitt 2.2.2). Diese Art der Operationalisierung wird häufig gleichgesetzt mit der sogenannten Selektionsdiagnostik, bei der ein diagnostisches Urteil genutzt wird, um Personen (zum Abschluss eines Lernprozesses) zu unterschiedlichen Maßnahmen zuzuordnen (z. B. die Zuweisung zu einer Schulform; Schrader, 1997) oder Qualifikationen zu erteilen (z. B. Schulabschlüsse; Ingenkamp & Lissmann, 2008; Diagnostik des Lernerfolgs / Leistungsdiagnostik, Hascher, 2011a).

Gegenwärtig ist es so, dass der Fokus auf diagnostische Kompetenz als Diagnosegenauigkeit mehr und mehr zugunsten einer breiteren Kompetenzbeschreibung abnimmt, die der Komplexität des Diagnoseprozesses gerecht wird und somit anschlussfähiger für die Förderintention von Diagnostik ist. Dies äußert sich exemplarisch in zwei Statements von Abs und Schrader zur Operationalisierung diagnostischer Kompetenz als Diagnosegenauigkeit:

- *Somit wird Diagnostik [...] nicht nur in Analogie zum psychologischen Test zu untersuchen sein, sondern auch auf Grundlage ihres Potenzials für die Gestaltung von Lernumgebungen. [...] Professionelle im pädagogischen Bereich [haben es] nie nur mit Merkmalen zu tun [...], die korrekt zu messen und summarisch zu bewerten sind, sondern auch mit Lernenden, die Diagnosen als Rückmeldungen erfahren, Bewertungen verarbeiten und Entwicklungen leisten müssen. (Abs, 2007, S. 64f.)*
- *Während früher Fragen der Beurteilung und Bewertung von Lernergebnissen im Vordergrund standen, richtet sich der Blick gegenwärtig stärker auf die Nutzung der Diagnostik für die Unterrichtsgestaltung, die Steuerung des Lehr-Lernprozesses und die Unterrichtsentwicklung. (Schrader, 2013, S. 155)*

Wie genau sich dieser Wandel im Hinblick auf die Modellierung und Operationalisierung diagnostischer Kompetenz darstellt, kann Kapitel 2.2 entnommen werden.

2.1.2 Formatives und summatives Assessment als diagnostikbezogene Konstrukte

Während der Begriff der Diagnostik die deutschsprachige Lehrerbildungsforschung seit vielen Jahren prägt (vgl. Abschnitt 2.1.1), sucht man im englischsprachigen bzw. internationalen Raum vergeblich nach diesem Begriff. Die am häufigsten verwendeten Bezeichnungen für diagnostische Tätigkeiten im Allgemeinen sind *summative und formative assessment*. *Summative assessment*, auch bekannt als „assessment OF learning“, entspricht einer objektiven Leistungsmessung (Black & William, 2009). Im Vergleich dazu bezeichnet *formative assessment* als „assessment FOR learning“ die mehrperspektivische und lernbegleitende Erfassung von Schülerleistungen als Teil des Lernprozesses, mit dem Ziel, diagnostische Informationen zur Optimierung bzw. Adaption des Lehr-Lernprozesses an den aktuellen Könnensstand der Lernenden zu nutzen (z. B. Heritage, 2007; Black & William, 2009). Dies kann auf Klassen- oder auf Individualebene geschehen und besitzt drei Prozessdimensionen, die sich auf (1) die Klärung und Kommunikation von Lernzielen und Erfolgskriterien, (2) die Diagnose des individuellen Lernstandes sowie (3) eine darauf basierende Rückmeldung und Förderung beziehen. Insbesondere die Dimensionen (2) und (3) lassen sich in Bezug auf die unterschiedlichen Personengruppen im Lernprozess noch weiter ausdifferenzieren (William & Thompson, 2008; vgl. auch Schütze, Souvignier & Hasselhorn, 2018). (2) und (3) können sich einerseits auf die Lehrkraft beziehen, die durch Fragen, Aufgaben und Diskussionen den Lernstand erfasst und daraufhin ihren eigenen Unterricht anpasst (Förderung bzw. Rückmeldung an sich selbst) und/oder den Schüler*innen eine Rückmeldung zur Optimierung ihres Lernprozesses gibt. Andererseits umfasst *formative assessment* auch das Selbst-Assessment der Schüler*innen als Verantwortliche des eigenen Lernens sowie ein Peer-Assessment der Schüler*innen untereinander. Vor diesem Hintergrund betonen Schütze und andere (2018), dass das *formative assessment* nicht auf einzelne dieser Merkmale (1-3) reduziert werden darf und insbesondere die unterschiedlichen Dimensionen der Rückmeldungen (Beteiligung aller

Personengruppen) fester Bestandteil dieses Rahmenkonzeptes schulischen Lernens sein sollten.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass das *formative assessment* als englischsprachiges diagnosebezogenes Konstrukt in weiten Teilen der dieser Arbeit zugrunde gelegten Definition von Diagnostik entspricht (diagnostische Informationen zur Förderung der individuellen Kompetenzen der Schüler*innen zu nutzen), durch die Erweiterung um das Selbst- und Peer-Assessment strukturell aber sogar noch etwas weiter greift.

2.1.3 Arten der Diagnostik

Verschiedene Arten von Diagnostik werden im Wesentlichen in Status- und Prozessdiagnostik unterschieden, wobei letztere nach v. Aufschnaiter und anderen (2015) entlang unterschiedlicher Zielsetzungen (Erfassung von Kompetenz vs. Erfassung von Kompetenzveränderung bzw. -entwicklung) weiter ausdifferenziert werden kann, so dass die Autor*innen zu vier unterschiedlichen Diagnosearten gelangen:

- **Statusdiagnostik** umfasst die Analyse von „Produkten“ von Lernenden (z. B. Aufgabenlösungen, Interessensbefragungen), die zu einem bestimmten Zeitpunkt erzeugt wurden, und verfolgt das Ziel, aktuell vorliegende Kompetenzen zu erfassen.
- **Prozessdiagnostik** umfasst die Analyse von Bearbeitungsprozessen von Lernenden zu *einzelnen* Aufgaben, sozusagen als Ergänzung der in der Statusdiagnostik abgebildeten Lösung, um zu einer differenzierteren Einschätzung aktuell vorliegender Kompetenzen zu gelangen.
- **Veränderungsdiagnostik** umfasst die Wiederholung einer Status- oder Prozessdiagnostik zu zwei unterschiedlichen Messzeitpunkten zum Vergleich von Aufgabenlösungen und/oder Bearbeitungsprozessen im Hinblick auf die Veränderungen von Merkmalsausprägungen von einer Messung oder Beurteilung zur nächsten, sodass Aussagen über Kompetenzveränderungen getroffen werden können.
- **Verlaufsdagnostik** umfasst die Aneinanderreihung von Prozess- (und Status-)diagnosen zu sämtlichen Lerngelegenheiten, die auf eine bestimmte Kompetenz abzielen, um die Lernverläufe und Kompetenzentwicklungen der Lernenden zu erfassen.

Dabei zeigt sich insbesondere durch die Erweiterung der Systematisierung verschiedener Arten von Diagnostik um die Veränderungs- und Verlaufsdiagnostik durch v. Aufschnaiter und andere (2015) die bereits 2006 von Horstkemper und 2013 von Baumert und Kunter postulierte Bedeutung und Relevanz einer auf Lernprozesse (und eben nicht nur auf Ergebnisse) ausgerichteten Diagnostik für Lehrkräfte und ihr unterrichtliches Handeln.

Neben dieser Ausdifferenzierung entlang verschiedener Zielsetzungen finden sich in der internationalen Literatur unter dem Schlagwort der Arten von Diagnostik weitere Unterscheidungen wie informelle, semi-formelle und formelle Diagnosen sowie eine Klassifizierung in „*on-the-fly*“- , „*planned-for-interaction*“- und „*embedded-in-the-curriculum*“-*assessment*. Beide Klassifikationen beziehen sich auf den Planungs- und Formalitätsgrad der Diagnostik. Die beiden Pole informell und formell beschreiben den Kontrast einer subjektiven und intuitiven Einschätzung auf der Basis von unsystematischen und undokumentierten Beobachtungen und Erfahrungen zu einer gezielten und systematischen Erhebung diagnostischer Informationen mithilfe wissenschaftlicher Methoden (Hascher, 2011a). Dazwischen liegt die semiformelle Diagnostik, die von Hascher als die „Gesamtheit aller diagnostischen Tätigkeiten, die nicht den Kriterien der formalen Diagnostik genügen, aber nicht nur zu impliziten Urteilen führen“ beschrieben wird (2011a, S. 2). Ihre zunehmende Verbreitung wird als Indikator für eine hohe Motivation und Bereitschaft zur Diagnostik seitens der Lehrkräfte gesehen, spricht aber gleichzeitig für Defizite bei den Diagnostikkenntnissen sowie für eine unzureichende diagnostische Kompetenz (ebd.). Die Unterscheidung in *on-the-fly*-, *planned-for-interaction*- und *embedded-in-the-curriculum-assessment* taucht insbesondere in Zusammenhang mit dem bereits beschriebenen Konzept des *formative assessments* auf und geht auf Heritage (2007) bzw. Shavelson und anderen (2008) zurück. *On-the-fly-assessment* meint die Wahrnehmung relevanter Merkmale „im Vorbeigehen“, welche auf Beobachtungen, offenen Fragen und Diskussionen basieren und durch die spontane Identifikation, beispielsweise von Verständnisschwierigkeiten, eine Reaktion in der Situation beinhaltet. Bei *planned-for-interaction-assessment* handelt es sich um geplante Diagnosen ohne wissenschaftlich systematische Vorgehensweise, mit denen z. B. durch den Einsatz diagnostischer Fragestellungen oder Aufgaben gezielt Informationen über den

Lernstand der Schüler*innen ermitteln werden sollen. Das *embedded-in-the-curriculum-assessment* stellt eine geplante, formale Diagnostik dar, die gezielt in den fortlaufenden Unterrichtsgang zu einem Thema eingebettet ist, um beispielsweise das Erreichen zentraler (Zwischen-)Ziele zu prüfen, bevor der Unterricht inhaltlich fortgeführt wird. Damit liefert es Informationen darüber, was die Schüler*innen bereits wissen/können und was sie noch lernen müssen. Ein zentraler Unterschied zu den beiden anderen *assessment*-Arten ist der vergleichsweise hohe Formalisierungsgrad, der dadurch entsteht, dass an der Erstellung der entsprechenden Diagnoseanlässe verschiedene Expertengruppen (Lehrkräfte, Fachleute der Disziplinen, pädagogische Psychologen und Curriculums-Entwickler) beteiligt sind und vor dem Hintergrund eines systematischen und schulübergreifenden Einsatzes psychometrischen Prinzipien genügt. Der einzelnen Lehrkraft wird so ein Teil der Verantwortung abgenommen und es können validere, vergleichbarere Ergebnisse erzielt werden – unter Umständen aber zu Lasten eines detaillierten Bildes des Kompetenzstandes und der Kompetenzentwicklung.

2.1.4 Operationalisierung des Diagnoseprozesses für die vorliegende Arbeit

Unter Rückgriff auf Weinerts Definition diagnostischer Kompetenz wurden zu Beginn dieses Abschnittes zwei zentrale Elemente einer Diagnostik herausgearbeitet: (i) der **analytische Zugang** zu Kompetenzen, Kompetenzveränderungen und Kompetenzentwicklungen von Schüler*innen bzw. zu Kompetenzanforderungen von Aufgaben sowie (ii) die **Förderabsicht**. Insbesondere hinter dem analytischen Zugang verbirgt sich dabei eine fortlaufende Beurteilung (Weinert, 2000), die bei differenzierter Betrachtung das Diagnostizieren zu einem interpretativen (wissenschaftsorientierten) Prozess werden lässt. In Anlehnung an prozessbezogene Operationalisierungen (z. B. Klug et al., 2013, vgl. Abschnitt 2.2.2) und die naturwissenschaftliche Vorgehensweise bei der Auswertung eines Experiments (für einen Überblick vgl. Chinn & Malhotra, 2002, S. 181–185; Emden & Sumfleth, 2016, S. 34; Muth, 2018, S. 27) wurden in der vorliegenden Arbeit fünf charakteristische Komponenten einer Diagnostik identifiziert. Diese dienen als zentrale Orientierungspunkte innerhalb des diagnostischen Prozesses sowie zur Einordnung der Diagnosen und beinhalten vielfältige Bezüge zu (fach-)didaktischen Theorien und empirischen Befundlagen (vgl. Abbildung 1; v. Aufschnaiter, Theyßen & Krabbe, 2019).

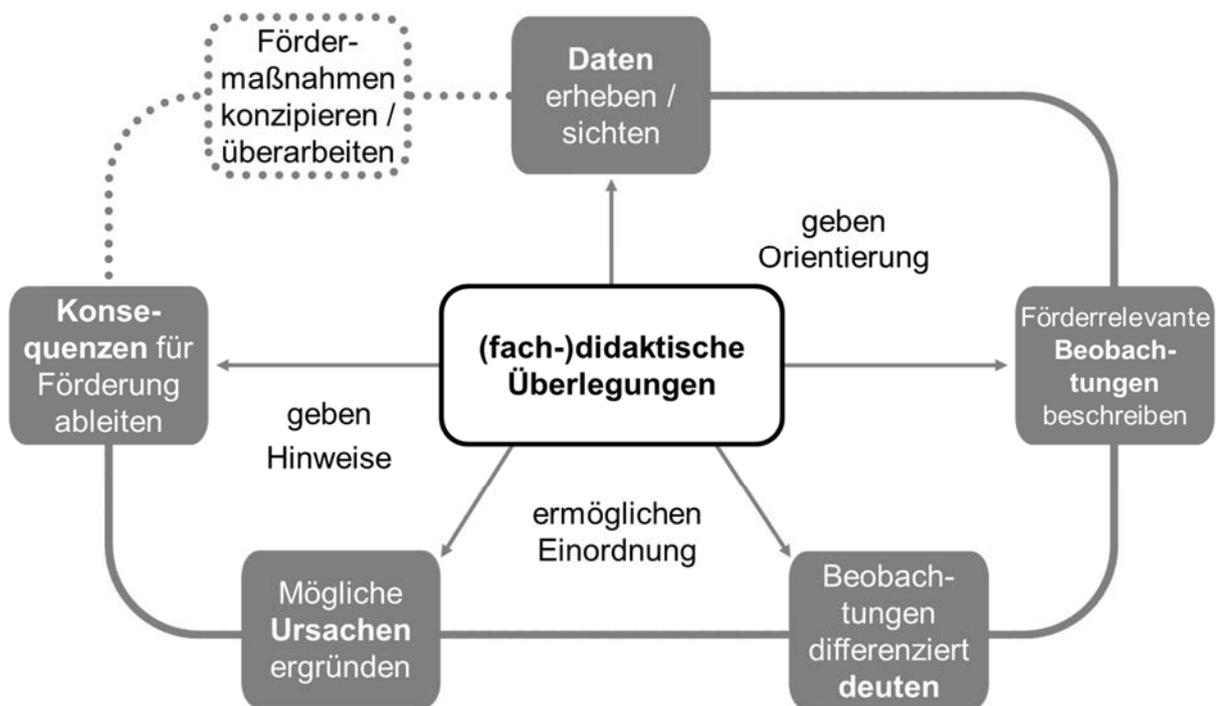


Abbildung 1: Komponenten einer förderorientierten Diagnostik vor dem Hintergrund (fach-)didaktischer Theorien und Konzepte (in Anlehnung an v. Aufschnaiter, Münster & Beretz, 2018, S. 384).

Daten: Eine Diagnostik basiert, wie ein naturwissenschaftliches Experiment, immer auf einem Rückgriff auf Daten. Diese müssen in geeigneter Weise erhoben werden oder liegen von anderen bereits vor⁶ und bedürfen einer Sichtung. Eine solche Sichtung entspricht im naturwissenschaftlichen Experiment der möglichst getrennt voneinander erfolgenden Beschreibung und Deutung von Beobachtungen (z. B. Kohlhauf, Rutke & Neuhaus, 2011; Trennung von Beschreibung und Deutung fällt Schüler*innen jeden Alters sowie selbst Lehramtsstudierenden schwer, vgl. das empirische Modell der Beobachtungskompetenz von Kohlhauf et al. (2011)), die in den beiden folgenden Abschnitten auf den Diagnoseprozess übertragen werden.

Beschreibung einer Beobachtung: Im Rahmen der Sichtung/Analyse werden zahlreiche Informationen aus den Lehr-Lernprozessen herauspräpariert und im Sinne von Beobachtungen beschrieben. In Abgrenzung zu allgemeinen Unterrichtsanalysen ist

⁶ Z. B. Aufgabenlösungen (Statusdiagnostik) oder in geeigneter Weise festgehaltene Lösungsprozesse/Diskurse (Prozessdiagnostik).

dabei für Diagnostik wichtig, dass förderrelevante Beobachtungen beschrieben werden, also Aspekte, die auf einen konkreten Förderbedarf hindeuten. Der Beschreibung liegt ein wertungsfreier Zugang zugrunde, der bspw. dokumentiert, was ein/e Schüler*in sagt oder tut.

Deutung: Mithilfe von Deutungen wird versucht, die Beschreibung der Beobachtungen (von Aussagen und Verhaltensweisen) im Hinblick auf Verständnis und Kompetenzen der Schüler*innen zu interpretieren. Dabei erfordert die Förderabsicht eine möglichst genaue und facettenreiche Ausformulierung der Deutungen statt einer dichotomen Zuweisung (z. B. richtig/falsch im Hinblick auf fachliche Angemessenheit). Dies wird u. a. durch den Rückgriff auf (fach-)didaktische Theorie und Empirie ermöglicht, um bestenfalls auch alternative Deutungen einer Beobachtung zu erhalten oder anschlussfähige Potenziale statt Defizite zu betonen. Bereits aus den Deutungen können sich weiterführende diagnostische Fragen – beispielweise zum Verständnis der Lernenden – ergeben, die den Ausgangspunkt einer erneuten Datenerhebung darstellen, was gegen einen linearen Prozess in der Abfolge der Komponenten spricht (der mit Abbildung 1 fälschlicherweise suggeriert werden könnte).

Ursache: Die Ursachenforschung wurde in Anlehnung an das Erklären im naturwissenschaftlichen Sinne in die Überlegungen aufgenommen. Beim Erklären geht es darum, Ursachen für Phänomene oder Vorgänge angeben zu können (vgl. Petermann, 2017), aber auch um die Suche nach Einschränkungen und schwierigkeiterzeugenden Merkmalen (z. B. Muth, 2018, S. 27). Übertragen auf den Diagnoseprozess beinhaltet eine Diagnostik neben den Deutungen, die das Verständnis oder die Kompetenzen der Lernenden rekonstruieren, die Suche nach Ursachen, die das Nachdenken über das Zustandekommen einer Antwort oder eines Verhaltens abbilden. Das ist insbesondere dann hilfreich, wenn im Anschluss an die Diagnostik durch eine konkrete Fördermaßnahme das noch nicht (vollständig) ausgebildete Verständnis bzw. die Fähigkeiten weiterentwickelt werden sollen, da identifizierte Ursachen mögliche Ansatzpunkte für Förderung liefern können. Dabei sind drei unterschiedliche Typen von Ursachen denkbar: (i) *situationsspezifische Ursachen* (z. B. Formulierungen oder Beispiele der Aufgabe oder soziale Rahmenbedingungen), (ii) *sachspezifische Ursachen* (z. B. die Komplexität des Gegenstandes und seine Erfahrbarkeit) und (iii) *lerner-*

zifische Ursachen (z. B. dokumentierte Schülervorstellungen, Alltagserfahrungen, Alltagssprachgebrauch oder häusliche/kulturelle/soziale Gegebenheiten). Auch hier scheint es sinnvoll über alternative Ursachen nachzudenken und sich weiterführend auf diejenigen zu fokussieren, die als Lehrkraft beeinflusst werden können.

Konsequenz: Das naturwissenschaftliche Experiment endet mit Schlussfolgerungen, in denen beispielsweise Regeln oder Gesetzmäßigkeiten (Verallgemeinerungen) sowie nächste Forschungsfragen abgeleitet werden (Chinn & Malhotra, 2002, S. 185). Ein solcher Schritt ist auch für eine Diagnostik mit der Zielsetzung einer Förderung zentral und wird daher in Form der Ableitung von Konsequenzen in die Operationalisierung des Diagnoseprozesses aufgenommen. Die Konsequenzen fassen die Beobachtungen, Deutungen und Ursachen zusammen und entwickeln daraus Schlussfolgerungen bzw. erste Ideen, was im Verständnis oder an den Kompetenzen der Schüler*innen verbessert werden sollte und wie diese Weiterentwicklung erzielt werden könnte. Dabei liegt die Ausarbeitung einer konkreten Fördermaßnahme außerhalb der Diagnose und bildet spätestens an dieser Stelle den Ausgangspunkt einer erneuten Diagnostik.

Aus normativer Sicht erscheinen für den Erstellungsprozess einer umfassenden Diagnose alle fünf Komponenten zentral, allerdings ist es nicht immer möglich, zu jedem einzelnen förderrelevanten Aspekt alle Komponenten plausibel anzugeben. Insbesondere die Ursachen und Konsequenzen können sich zusammenfassend auf mehrere förderrelevante Aspekte beziehen. Dementsprechend müssen die einzelnen Komponenten auch nicht in der von der Abbildung suggerierten Reihenfolge durchlaufen werden. Insgesamt sollten sie neben der Abwägung möglicher Alternativen aber nachvollziehbar sein und sich hinreichend gut durch die Daten/Beobachtungen stützen lassen.

Obwohl das für diese Arbeit entwickelte Prozessmodell damit zunächst einen fachwissenschaftlich orientierten Zugang abbildet, können beim Abgleich mit vorhandenen, fachunspezifischen Ansätzen zum *formative assessment* und zur Unterrichtsanalyse diverse Anknüpfungspunkte identifiziert werden. Während das *formative assessment* durch die Berücksichtigung von Selbst- und Peer-Assessment der Schüler*innen strukturell etwas weiter greift als die hier zugrunde gelegte Definition von Diagnostik (vgl.

Abschnitt 2.1.2), verdichtet es im Vergleich zur vorliegenden Operationalisierung inhaltlich den diagnostischen Prozess etwas. Die darin beschriebenen Komponenten *elicit, interpret and respond* (Wahrnehmen, Interpretieren, Antworten; Kang & Anderson, 2015; Ruiz-Primo & Furtak, 2007) sind im Vergleich zu den in Abbildung 1 beschriebenen Komponenten Beschreibung, Deutung, Ursachenforschung und Konsequenz weniger präzise und detailliert (*elicit* = Daten erheben und Beobachtungen beschreiben, *interpret* = Deutungen und Ursachen generieren und *respond* = Konsequenzen ableiten).

Im *framework of noticing and knowledge-based reasoning* (van Es & Sherin, 2002) ist die Unterrichtsanalyse das zentrale Element, Diagnostik deckt im Vergleich zu nur eine Teilmenge davon ab. In diesem Ansatz geht es um die Wahrnehmung und Beschreibung relevanter Ereignisse im Klassenzimmer (= *identify*), was auch – aber nicht nur – einen Fokus auf das Handeln und die Kompetenzen von Schüler*innen umfasst. Mit der Bezeichnung des *knowledge-based reasoning* wird zudem betont, dass die Wahrnehmung nicht deutungsfrei erfolgt und die Beobachtungen mit Blick auf Konsequenzen zu diskutieren sind. Es werden Verbindungen zwischen den situationsspezifischen Beobachtungen und Deutungen und übergeordneten Prinzipien des Lernens und Lehrens hergestellt, um mithilfe von Hintergrundwissen über die Situation im Klassenzimmer nachzudenken (= *reasoning, making connections/using knowledge*). Inwiefern das Ableiten von Konsequenzen schlussendlich ein Teil des *noticing and knowledge-based reasoning* darstellt, ist aus dem Forschungsstand nicht eindeutig herauszulesen, was neben dem breiteren Fokus auf allgemeine Geschehnisse im Klassenraum und den weniger ausdifferenzierten Prozesskomponenten den zentralen Kontrast zu der hier vorgenommenen Operationalisierung diagnostischer Aktivitäten bildet.

Des Weiteren lassen sich die Prozesskomponenten in die sogenannten *situation specific skills* nach Blömeke und anderen (2015; s. a. Kaiser, Busse, Hoth, König & Blömeke, 2015) einordnen. Dabei handelt es sich zwar eigentlich um ein Kompetenzmodell, mit den situationsspezifischen Fähigkeiten wird darin aber auch beschrieben, welche Elemente den Denkprozess während der Analyse einer Unterrichtssituation strukturieren (also wozu Personen im Denken fähig sein sollen). Die drei enthaltenen Komponenten *perception* (Wahrnehmung), *interpretation* (Interpretation) und *decision-ma-*

king (Entscheidungen treffen) entsprechen dabei den in dieser Arbeit gewählten Prozesskomponenten wiederum in einer etwas verdichteteren Form (perception = Beobachtungen beschreiben, interpretation = Deutungen und Ursachen generieren und decision-making = Konsequenzen ableiten). Zusammenfassend besteht für alle drei soeben vorgestellten vergleichbaren Ansätze der wesentliche Kontrast zu den Komponenten des Diagnoseprozesses dieser Arbeit in der detaillierteren Ausdifferenzierung. Insbesondere in der Trennung von Deutung und Ursache liegt der entscheidende Mehrwert: Das explizite Nachdenken über Gründe (Ursachen) für bestimmte Vorstellungen bzw. ein spezifisches Verständnis der Lernenden (Deutungen) stellt den Übergang zu den Konsequenzen dar, indem sie Hinweise auf potentielle Punkte der Weiterarbeit liefern.

Neben den Komponenten beinhaltet der Prozess des Diagnostizierens vielfältige (fach-)didaktische Überlegungen (Theorien, empirische Befundlagen, Konzepte) als theoretische Anbindung. Sie unterstützen die Ableitung diagnostischer Fragen/Aufgaben bzw. den Fokus auf mögliche, förderrelevante Aspekte, sie liefern Kriterien oder ermöglichen eine Einordnung von Deutungen und Ursachen und sie liefern Hinweise auf mögliche Gründe bzw. die Ableitung nächster Lernschritte. Eine Auswahl möglicher (fach-)didaktischer Überlegungen inkl. detaillierter Beschreibung kann Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2 entnommen werden, in denen fachspezifische Konzepte der Physik- und Mathematikdidaktik vorgestellt werden, die in den zwei universitären Lehrveranstaltungen zur Diagnostik von Schülerlernprozessen genutzt wurden und Untersuchungsgegenstand der Arbeit sind.

2.2 Diagnostische Kompetenz – Modellierungen, Operationalisierungen und empirische Befundlagen

Zwar besteht ein breiter und interdisziplinärer Konsens über die Bedeutung und den Stellenwert diagnostischer Kompetenz im Rahmen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften, in Bezug auf die entsprechende Kompetenzmodellierung ist dies aber nicht der Fall. Es gibt zahlreiche unterschiedliche Modellierungen und Operationalisierungen, die im Folgenden kurz jeweils in Form einer Gegenüberstellung von professi-

onswissensorientierten und standardorientierten Ansätzen bzw. genauigkeitsorientierten und prozessorientierten Messungen (vgl. Rath, 2017⁷) vorgestellt werden und einen Überblick über die entsprechenden empirischen Befunde liefern.

2.2.1 Modellierungen diagnostischer Kompetenz – Professionswissen vs. Standards

Die bekanntesten und verbreitetsten Modellierungen diagnostischer Kompetenz greifen auf das Konzept der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (kurz Professionswissen; Shulman, 1987) zurück. Alle existierenden Modellierungen befassen sich dabei in irgendeiner Weise mit den Voraussetzungen des Lehrerhandelns und können daher auch als Strukturmodelle bezeichnet werden. Dabei können professionswissensorientierte Modellierungen zwei Polen zugeordnet werden, die entweder eine Integration diagnostischer Kompetenz in bestehende Modelle bzw. Kategorien der Modelle zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften vornehmen oder diagnostische Kompetenz als eigenständige Dimension im Professionswissen etablieren. Ein bekanntes Beispiel für letzteres ist das *Expertenwissen* von Weinert, Schrader und Helmke (1990). Es beinhaltet neben dem Sachwissen⁸, der effektiven Klassenführung⁹ und dem didaktischen Wissen¹⁰ das diagnostische Wissen als vierte Subdomäne. Als weiteres Beispiel für diagnostische Kompetenz als eigenständige Dimension innerhalb von Kompetenzmodellierung zum Lehrerhandeln ist die *Lehrerexpertise* von Bromme (2008) zu nennen (berufsbezogenes Wissen und Können von Lehrkräften), in der

⁷ Für einen ausführlichen Überblick über unterschiedliche Modellierungen diagnostischer Kompetenz (inkl. umfangreicher Ausdifferenzierung in standard-, professionswissensorientierte, genauigkeits- und prozessorientierte Ansätze) lohnt sich ein Blick in die Dissertation von Viktoria Rath.

⁸ Domänenspezifisches Wissen über die Konzepte und Zusammenhänge eines Fachs inkl. curriculärer Strukturierung und Schwierigkeitsanforderungen. Es beinhaltet deklaratives Wissen über das Was, das auch als Faktenwissen bezeichnet wird, sowie prozedurales Wissen über das Wie, das auch als Handlungswissen bekannt ist (Schelten (2001)).

⁹ Organisation unterrichtlicher Instruktionen und Interaktionen für einen möglichst hohen Anteil echter Lernzeit „on-task“ und wenig Störungen/Unterbrechungen; hauptsächlich prozedurales Wissen.

¹⁰ U. a. Prinzipien der Unterrichtsplanung und Methodenwissen; prozedurales Wissen.

Shulmans Modell zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften (1987) um die diagnostische Kompetenz ergänzt wurde (siehe Abbildung 2).

professionelle Kompetenz (Shulman, 1986)	Fachliches Wissen: Wissensbestände des Unterrichtsfachs
	curriculares Wissen: Abwägung von für den Unterricht relevanten Konzepten eines Fachs und Zielvorstellungen über Bildung
	Philosophie des Schulfachs: epistemologische Überzeugungen zur Entstehung, Veränderbarkeit und Begründung des in der Schule unterrichteten Wissens
	Allgemein pädagogisches Wissen (Pedagogical Knowledge): Kenntnisse über Interaktionsmuster und Arbeitsstile
	Fachdidaktisches Wissen (Pedagogical Content Knowledge): Fachbezogene Gestaltung des Unterrichts
	Diagnostische Kompetenz: Kompetenz zur Schülerbeurteilung im Hinblick auf formalisierte Beurteilung sowie Wahrnehmung der individuellen Fehlvorstellungen, Lernstrategien und Verständnisschwierigkeiten und ihr Bezug zur kognitiven Entwicklung der Schüler*innen

Abbildung 2: Die Ergänzung der diagnostischen Kompetenz (grau) im Modell der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (schwarz; in Anlehnung an Bromme, 2008, S. 164).

Deutlich größere Verbreitung besitzen allerdings diejenigen Modelle, die die diagnostische Kompetenz in bestehende Kategorien der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften integrieren (z. B. Baumert & Kunter, 2006; ebenfalls basierend auf den Arbeiten von Shulman, 1986; 1987). Sie wird dabei sowohl als Teilmenge des fachdidaktischen Wissens¹¹ als auch als Schnittmenge aus fachdidaktischem und pädagogischen Wissen deklariert (z. B. im Rahmen von COACTIV zu den diagnostischen

¹¹ Diagnostische Kompetenz enthält mit dem Wissen über Schülerkonzepte bzw. -vorstellungen und dem Wissen über Lehrstrategien und Darstellungsformen die gleichen zentralen Elemente wie das fachdidaktische Wissen (Überblick bei Park und Oliver (2008)).

Kompetenzen von Mathematiklehrkräften, Krauss et al., 2004; Brunner, Anders, Hachfeld & Krauss, 2011; vgl. Abbildung 3), jedoch selten genauer ausdifferenziert.

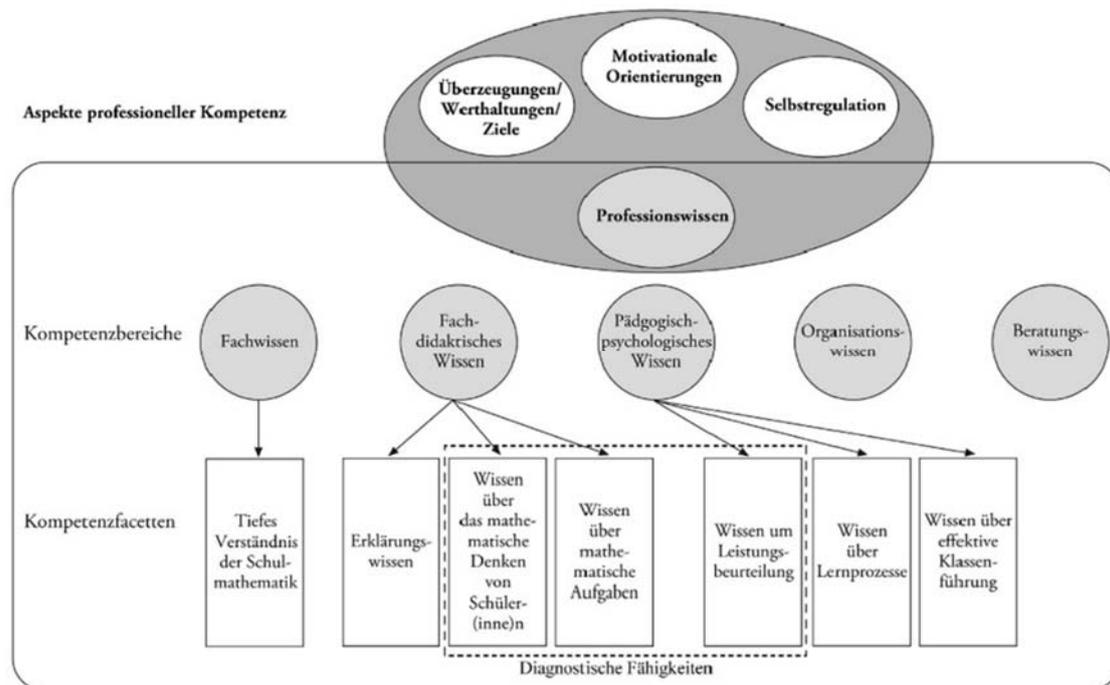


Abbildung 3: Kompetenzmodell von COACTIV (Brunner et al., 2011, S. 217), das diagnostische Fähigkeiten als Teil- bzw. Schnittmenge aus fachdidaktischem und pädagogisch-psychologischem Wissen beinhaltet.

Den professionswissensorientierten Modellierungen ist gemein, dass typischerweise jenseits spezifischer Schlagworte keine Kompetenzen explizit ausformuliert werden, was dann plausibel ist, wenn es ausschließlich auf die Fähigkeit ankommt, genau zu diagnostizieren (typische Operationalisierung diagnostischer Kompetenz im Rahmen der professionswissensorientierten Modellierungen; vgl. Abschnitt 2.2.2). Fehlende darüberhinausgehende Kompetenzbeschreibungen deuten darauf hin, dass – ähnlich der typischen Verbindung zwischen Diagnostik und Förderung – auch für die Modellierungen diagnostischer Kompetenz diskutiert wird, wo genau diagnostische Kompetenz anfängt und wo sie, beispielsweise in Bezug auf didaktische Kompetenz¹², endet.

¹² Befürworter einer Verbindung von diagnostischer und didaktischer Kompetenz sehen bspw. erst in der Förderung und der Adaption des Unterrichts, die klar auf didaktische Kompetenz zurückgreifen, die Relevanz und Notwendigkeit diagnostischer Kompetenz (z. B. Abs (2006)). Gegner einer Verknüpfung

Vor diesem vielfältig diskutierten Hintergrund scheint es nicht verwunderlich, dass in der empirischen Bildungsforschung Uneinigkeit über die vorgestellten professionswissensorientierten Modellierungen herrscht, wo doch nicht zuletzt Schrader das mangelnde Wissen zu den Grundlagen diagnostischer Kompetenz und deren Einbettung in ein Gesamtgefüge kritisiert (2011).

Dieser Kritik (diagnostische Kompetenz im Rahmen der professionswissensorientierten Modellierung zu wenig explizit ausformuliert) begegnen an dieser Stelle sogenannte standardorientierte Modellierungen diagnostischer Kompetenz (vgl. S. 33). Sie benennen in Form von Standards aus normativer Sicht notwendige Kompetenzen¹³ (angehender) Lehrkräfte, wodurch sie prüfbare Qualitätsanforderungen mit konkretem Handlungsbezug darstellen. Gleichzeitig sind verschiedene standardorientierte Modellierungen unterschiedlich stark domänenspezifisch angelegt. Eines der bekanntesten Beispiele für eine eher domänenunspezifische standardorientierte Modellierung diagnostischer Kompetenz liefern die *Standards für die Lehrerbildung* der Kultusministerkonferenz (2004b). Dabei handelt es sich um einen fächerübergreifenden Orientierungsrahmen mit Kompetenzen, die (angehende) Lehrkräfte im Rahmen ihrer universitären und praktischen Ausbildung erlangen sollen. Sie gliedern sich in vier Kompetenzbereiche, das Unterrichten, Erziehen, Innovieren und Beurteilen, wobei die diagnostische Kompetenz im zuletzt genannten Komplex des Beurteilens verortet wird und damit einen eigenständigen Kompetenzbereich darstellt.

Domänenspezifischere Ausdifferenzierungen der KMK-Standards finden sich in den *Ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaft und Fachdidaktik in der Lehrerbildung* (KMK, 2008), die für jedes Fach spezifische Kompetenzprofile und zugehörige Studieninhalte auflisten. Eine weitere domänenspezifische Ausdifferenzierung diagnostischer Kompetenz liefert exemplarisch für das Unterrichtsfach

wiederum argumentieren, eine Zergliederung in kleinere Kompetenzbereiche erleichtere die universitäre Ausbildung als Einstieg in ein solch komplexes Feld sowie die Operationalisierung im Hinblick auf empirische Untersuchungen, halten eine Betonung der Verzahnung aber dennoch für relevant (z. B. van Ophuysen (2010)).

¹³ Praxisnahe Fähigkeiten und Kenntnisse, z. B. zu Methoden, die auch im Sinne von Anforderungen verstanden werden können.

Physik die Arbeit von Cappell (2013). Darin werden, unterteilt in die Bereiche ‚Voraussetzungen diagnostischer Kompetenz‘, ‚Facetten diagnostischer Kompetenz‘ und ‚Ausgangspunkt für Förderung‘ zahlreiche Standards formuliert, die auf die kognitive Komponente des Professionswissens (Fachwissen, fachdidaktisches Wissen, pädagogisches Wissen) zurückgreifen.

Noch vor den KMK Standards der Lehrerbildung beschäftigte sich Oser mit einem *Standardmodell zur Wirksamkeit der Lehrerbildung* (1997). Darin werden in 88 Standards Fähigkeiten und Fertigkeiten beschrieben, die sich auf die Gestaltung von Unterricht und den Lernprozess der Schüler*innen beziehen und von ihm als „absolut notwendige Wissensbestände“ postuliert werden (Oser, 1997, S. 27). Sie lassen sich in zwölf Standardgruppen gliedern, von denen vier mehr oder weniger stark Aspekte der in dieser Arbeit gewählten Definition diagnostischer Kompetenz enthalten.

Tabelle 1 dokumentiert an dieser Stelle im Sinne eines exemplarischen Auszugs bzw. einer Gegenüberstellung die soeben erwähnten vier Beispiele einer Kompetenzmodellierung diagnostischer Kompetenz durch Standards und ordnet sie unter Rückgriff auf die in Abschnitt 2.1.1 vorgestellte Unterscheidung in Förderdiagnostik (F) und Selektionsdiagnostik (S) in die beiden gegensätzlichen Ziele einer Diagnostik ein, die scheinbar implizit aufgegriffen werden.

Tabelle 1: Exemplarische Auflistung von Standards zur diagnostischen Kompetenz aus vier unterschiedlichen Arbeiten/Quellen zur Lehrerbildung (F: Förderung, S: Selektion).

Autor	Standardgruppe/ (Kompetenz-)Bereich	Standard	Kompetenzbeschreibung	Ziel (vgl. 2.1.1)		
<i>domänenunspezifisch</i>						
Standardmodell zur Wirksamkeit der Lehrerbildung						
<i>Ich habe in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung gelernt,...</i>						
Oser (1997)	1) Lehrer-Schüler-Beziehung und fördernde Rückmeldung	2 –	den Schülerinnen und Schülern fördernde Rückmeldung zu geben.	F		
	2) Schülerunterstützendes Handeln und Diagnose	7 – 8 – 12 –	zu diagnostizieren, welche Ursachen Misserfolg, Aggression, Ängste, Blockierungen etc. haben und darauf angemessen zu reagieren. den entwicklungspsychologischen Stand der Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Bereichen (Intelligenz, Sprache, Moral, soziales Verhalten usw.) zu diagnostizieren und daran anzuknüpfen. wie man spezifische Lernschwierigkeiten diagnostizieren und beheben kann.			
	4) Aufbau und Förderung von sozialem Verhalten	19 –	wie ich vielfältiges prosoziales Verhalten (z.B. helfen, unterstützen, beistehen usw.) fördern kann.			
	6) Evaluation und Leistungsmessung	43 – 44 –	unterschiedliche Methoden der Evaluation anzuwenden. den Fortschritt der Leistung nach unterschiedlichen Kri-			
						S

Autor	Standardgruppe/ (Kompetenz-)Bereich	Standard	Kompetenzbeschreibung	Ziel (vgl. 2.1.1)
KMK (2004b)	Beurteilen	Standards der Lehrerbildung		
		<p>7) Lehrerinnen und Lehrer diagnostizieren Lernvoraussetzungen und Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern; sie fördern Schülerinnen und Schüler gezielt und beraten Lernende und deren Eltern.</p>	<p>Die Absolvent*innen... ... wissen, wie unterschiedliche Lernvoraussetzungen Lehren und Lernen beeinflussen und wie sie im Unterricht berücksichtigt werden. ... kennen die Grundlagen der Lernprozessesdiagnostik. ... erkennen Entwicklungsstände, Lernfortschritte, Lernhindernisse und Lernfortschritte. ... erkennen Lernausgangslagen und setzen spezielle Fördermöglichkeiten ein. ... stimmen Lernmöglichkeiten und Lernanforderungen aufeinander ab.</p>	F
		<p>8) Lehrerinnen und Lehrer erfassen Leistungen von Schülerinnen und Schülern auf der Grundlage transparenter Beurteilungsmaßstäbe.</p>	<p>Die Absolvent*innen... ... kennen verschiedene Bezugssysteme der Leistungsbeurteilung und wägen sie gegeneinander ab. ... erkennen Entwicklungsstände, Lernfortschritte, Lernhindernisse und Lernfortschritte. ... wenden Bewertungsmodelle und Bewertungsmaßstäbe fach- und situationsgerecht an.</p>	S

Autor	Standardgruppe/ (Kompetenz-)Bereich	Standard	Kompetenzbeschreibung	Ziel (vgl. 2.1.1)
<i>domänenspezifisch</i>				
Ländergemeinsame inhaltl. Anforderungen für die Fachwissenschaft und Fachdidaktik in der Lehrerbildung				
KMK (2008)	Beispiel Mathematik	Die Studienabsolvent*innen... ... können fachdidaktische Konzepte und empirische Befunde mathematikbezogener Lehr-Lernforschung nutzen, um individuelle, heterogene Vorstellungen, Denkwege und Fehlermuster von und bei Schülerinnen und Schülern zu analysieren, ihren Lernstand und Potential einzuschätzen, sie für das Lernen von Ma-thematik zu motivieren und bei ihren individuellen Lernwegen zu begleiten sowie individuelle Lernfortschritte zu fördern... ... [...] und zu bewerten.		F
				S
Diagnostische Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften				
(s. a. Facetten diagnostischer Kompetenz und exemplarische Standards nach der Unterscheidung der vier Diagnosearten in v. Aufschnaiter et al., 2015)				
Cappell (2013)	Voraussetzungen für die diagnostische Kompetenz	Fachinhalte und Fachmethoden	exemplarischer Auszug Die Studierenden erläutern zentrale fachbezogene Konzepte und Theorien an für die Schule relevanten Beispielen. (V1.1)	
		Curricula, Bildungsstandards und Lernangebote	Die Studierenden geben die Struktur und den Aufbau von fachbezogenen Curricula, Lehrplänen und Bildungsstandards wieder und beschreiben deren Funktion für die Gestaltung von Lernzielen, von Lernumgebungen und von Leistungsmessungen. (V2.0)	-

Autor	Standardgruppe/ (Kompetenz-)Bereich	Standard	Kompetenzbeschreibung	Ziel (vgl. 2.1.1)
<p>Diagnostische Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften (s. a. Facetten diagnostischer Kompetenz und exemplarische Standards nach der Unterscheidung der vier Diagnosearten in v. Aufschnaiter et al., 2015)</p>				
exemplarischer Auszug				
Facetten diagnostischer Kompetenz	Verfahren der (fachspezifischen) Diagnostik	Die Studierenden unterscheiden verschiedene Formen der Diagnostik (Status-, Prozess-, Veränderungs- und Verlaufsdiagnostik) und erläutern deren Unterschiede an geeigneten Beispielen. (D6a)	-	
	Befundlagen und Theorien zu (fachspezifischen) kognitiven Kompetenzen und Kompetenzentwicklungen	Die Studierenden beschreiben typische fachspezifische Kompetenzveränderungen und Lernverläufe von Schülern an Beispielen. (D4a) Die Studierenden setzen Ausprägungen von fachspezifischen Lernvoraussetzungen und -ergebnissen mit Modellen zu deren Beschreibung (Schülvorstellungen, Kompetenzniveaus) in Beziehung. (D1c)		F
	Befundlagen und Theorien zu (fachspez.) motivational- emotionalen Dispositionen	Die Studierenden erläutern alterstypische Interessen, Einstellungen und Motive von Schülern zu Fachinhalten und Kontexten. (D3a)		F
Ausgangspunkt für Förderung	Nutzung von Diagnostik zur Gestaltung von Lernumgebungen	Die Studierenden planen Lernumgebungen unter Einbezug von (individuellen) fachspezifischen kognitiven Lernvoraussetzungen, Lernwegen und fachspezifischen Interessen/Motiven. (F1b)	F	
Cappell (2013)				

Die Standards betonen entlang ihres outputorientierten Charakters zwar die Bedeutung der diagnostischen Kompetenz im schulischen Kontext und begegnen der Kritik der wenig aussagekräftigen Modellierung diagnostischer Kompetenz im Zuge des Professionswissens, für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit gehen sie aber zu wenig auf beobachtbare Komponenten im Laufe einer Diagnostik ein. Dennoch sind sie von Relevanz, da sie Anhaltspunkte für die Operationalisierung der Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung der Studierenden zu Diagnostik als eine weiterführende Facette im Kompetenzbegriff von Weinert (2001; Erleben, Wirksamkeit und Bereitschaft; motivational volitionale Komponente) liefern, worauf in Abschnitt 5.1 genauer eingegangen wird.

2.2.2 Operationalisierung diagnostischer Kompetenz – Genauigkeit vs. Prozess

In Bezug auf die Operationalisierung diagnostischer Kompetenz lassen sich in der Literatur zwei grundlegende Ansätze finden: Zum einen genauigkeitsorientierte Operationalisierungen zur Erfassung von Diagnosegenauigkeit (1), zum anderen prozessbezogene Operationalisierungen, die versuchen, die Arbeitsschritte einer Diagnostik zu definieren sowie deren Abfolge zu beschreiben (2). Was die beiden Ansätze kennzeichnet, wie sie sich unterscheiden und welche empirischen Erkenntnisse/Befunde dazu jeweils bereits vorliegen, wird im nachfolgenden Abschnitt näher beleuchtet.

(1) Genauigkeitsorientierte Operationalisierungen

Die genauigkeitsorientierten Operationalisierungen sind eng mit den soeben beschriebenen professionsorientierten Modellierungen verknüpft, da diese häufig auf die Akkuratheit diagnostischer Urteile als Teilbereich diagnostischer Kompetenz (als messbare Performanz) zurückgreifen und sich dieser Operationalisierung bedienen. Um den Begriff der Genauigkeit präziser fassen zu können, haben Schrader und Helmke (1987) den Begriff der Veridikalität als Maß für die Urteilsgenauigkeit im Sinne der Übereinstimmung zwischen tatsächlicher (in Tests gemessener) Merkmalsausprägung und der vorherigen Einschätzung desselben Merkmals durch die Lehrkraft eingeführt. Der Begriff der Veridikalität basiert auf Cronbach (1955) und umfasst drei wesentliche

Komponenten: die Niveauelemente (Beurteilung des Niveaus einer Klasse im Vergleich zu anderen Klassen), die Differenzierungselemente (Klasse hinsichtlich der Leistungsstreuung beurteilen) und die Rangordnungselemente oder Vergleichselemente (Einschätzung der relativen Merkmalsausprägungen der Schüler*innen im Vergleich zueinander). Dabei ist es nicht vorgesehen, die drei Einzelwerte zu einem Globalmaß zusammenzuführen, denn auf diese Weise würde die Aussagekraft verringert werden. Vielmehr sehen die Autoren bei der Diskussion von Untersuchungsergebnissen die Rangordnungselemente als am aussagekräftigsten an, da sie am wenigsten abhängig von Urteilstendenzen ist (Schrader & Helmke, 1987).

Schrader (1989) und Karst (2012) haben, basierend auf den Vorarbeiten von Cronbach (1955) sowie Schrader und Helmke (1987), detailliertere Ausdifferenzierungen vorgenommen. So etablierte Schrader eine Trennung in personen- und aufgabenspezifische Facetten der Diagnosegenauigkeit sowie die Einführung von Wechselwirkungselementen und Fehlern zur Korrektur von Über- oder Unterschätzung (Schrader, 1989, S. 99). Das *Modell zur Konzeptionalisierung des diagnostischen Urteils* von Karst (2012), welches eines der aktuelleren Modelle zur Diagnosegenauigkeit ist, bezieht sich auf die Einschätzung von drei Bereichen, nämlich die situationalen Anforderungen, die Aufgabenschwierigkeit und die (kognitiven) Voraussetzungen und Leistungen der Schüler*innen (Rath, 2017). Da diese Weiterentwicklungen aber bisher wenig Berücksichtigung in empirischen Untersuchungen finden, wird an dieser Stelle auf eine genauere Beschreibung der Modelle verzichtet, zumal das Konzept der Diagnosegenauigkeit vor dem Hintergrund der der Arbeit zugrundeliegenden Definition von Diagnostik mit dem Ziel einer anschließenden Förderung nicht zielführend erscheint (vgl. Abschnitt 2.1).

Da die Modellierung diagnostischer Kompetenz als Diagnosegenauigkeit lange Zeit so dominant war, gibt es hier eine Vielzahl empirischer Befunde. Diese beziehen sich allerdings in erster Linie auf Lehrkräfte im Schuldienst, weniger auf Lehramtsstudierende (z. B. Südkamp, Möller & Pohlmann, 2008) und greifen zumeist auf die drei zu Beginn dieses Abschnitts vorgestellten Bestandteile Rangordnungselemente-, Niveauelemente- und Differenzierungselemente von Schrader und Helmke (1987) mit dem von den Autoren vorgeschlagenen Fokus auf der Rangordnungselemente zurück. Für die Leistungs-

einschätzung der Schüler*innen zeigt sich auf der Basis zweier Metaanalysen zusammenfassend, dass Lehrkräfte die Hierarchie ihrer Schüler*innen (Rangordnungskomponente) gut einschätzen können ($r = .66$ bei Hoge & Coladarci, 1989; $r = .63$ bei Südkamp, Kaiser & Möller, 2012), es allerdings eine sehr breite Streuung innerhalb der berücksichtigten Einzelstudien gibt und unterschiedliche Erhebungsmethoden verwendet wurden. Daraus resultierend prüft die empirische Bildungsforschung aktuell auf vielfältige Weise den Einfluss möglicher Moderationsvariablen wie den Lehrermerkmalen (z. B. Geschlecht, Berufserfahrung), den Schülermerkmalen (z. B. Alter, Klassenstufe) oder den Urteilsmerkmalen (z. B. direkter/indirekter Vergleich als Datengrundlage¹⁴; vgl. z. B. Südkamp et al., 2012). Daneben gibt es auch Studien, die sich mit der Akkuratheit der Einschätzungen affektiver Merkmale der Schüler*innen befassen, wie z. B. dem Fähigkeitsselbstkonzept, der Lernmotivation und der Leistungsängstlichkeit, wobei die Urteilsgenauigkeit solcher Merkmale seitens der Lehrkräfte schlechter ausfällt als die von kognitiven Merkmalen (Spinath, 2005).

(2) Prozessbezogene Operationalisierungen

Neben den genauigkeitsorientierten Operationalisierungen diagnostischer Kompetenz wird in der Lehrerbildungsforschung aktuell vermehrt über prozessbezogene Operationalisierungen diskutiert. Sie versuchen, für die Charakterisierung diagnostischer Kompetenz die Arbeitsschritte einer Diagnostik zu definieren sowie deren Abfolge zu beschreiben, um daraus etwas über die Strukturierung des Diagnoseprozesses (sowie dessen Entwicklung) in den unterschiedlichen Phasen der Lehrerbildung zu lernen. Die daraus resultierende Zielsetzung besteht darin, Hinweise auf im Rahmen der Ausbildung zu etablierende und aufzubauende Fähigkeiten und Fertigkeiten im Sinne einer (diagnostischen) Kompetenz zu erhalten (vs. Messung; diesem Ansatz ist auch die vorliegende Arbeit zuzuordnen). Bei der prozessbezogenen Operationalisierung wird

¹⁴ Diese Moderationsvariable bezieht sich darauf, ob die Lehrkraft vor der Beurteilung der Leistung der Schüler*innen das Konstrukt, den Test oder den Standard kennt, der für den Vergleich herangezogen wird. Direkt ist dabei gleichzusetzen mit informiert, also einer Kenntnis des Vergleichsinstruments (z. B. durch die Verwendung eines standardisierten Tests), indirekt beschreibt eine uninformierte Beurteilung seitens der Lehrkraft ohne weitere Kenntnis des Konstrukts (z. B. beim Rating einer Schülerleistung zu einem bestimmten Thema auf einer Likert-Skala; vgl. Südkamp et al. (2012)).

dabei keinesfalls in Frage gestellt, dass sich eine ausgeprägte diagnostische Kompetenz einer Lehrperson in ihrer Angemessenheit und Urteilsgenauigkeit äußern sollte. Wenn es vor dem Hintergrund der Förderdiagnostik allerdings um die Feststellung von Merkmalen bzw. Merkmalsausprägungen einzelner Personen¹⁵ (individualisierte Diagnostik, vgl. v. Aufschnaiter et al., 2015) und deren Weiterkommen geht, liefern die genauigkeitsorientierten Untersuchungen keinerlei Anhaltspunkte auf notwendiges und brauchbares Wissen, um zu facettenreichen und deutungsintensiven Diagnosen zu gelangen.

Eine erste prozessbezogene Operationalisierung liefert das *Phasenmodell für die Lernprozessdiagnostik* von Hascher (2009; vgl. Abbildung 4) als grobe Strukturierung des Diagnoseprozesses. Den Startpunkt bildet eine Fragestellung oder im Sinne des Noticing die Wahrnehmung eines relevanten Schülerverhaltens (van Es & Sherin, 2002). Darauf folgen das Generieren von relevanten Informationen und Interpretationen, die Beurteilung des Verhaltens sowie die daran anschließende Förderung zur individuellen Unterstützung der Schüler*innen. Da es die eingesetzte Fördermaßnahme auch im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen gilt, bildet die Wahrnehmung des diesbezüglich relevanten Schülerverhaltens den Startpunkt einer neuen Diagnostik, was die prozessbezogenen Operationalisierungen häufig zu einem Kreislauf macht.

¹⁵ Gemeint sind insbesondere Schüler*innen, die im Kontext von Unterricht Gegenstand einer Diagnostik sind. Vor dem Hintergrund der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen explorativen Untersuchung diagnostischer Prozesse bei Lehramtsstudierenden (Diagnostizieren, wie Lehramtsstudierenden beim Diagnostizieren von Schüler*innen vorgehen) sind aber auch (angehende) Lehrkräfte denkbar.

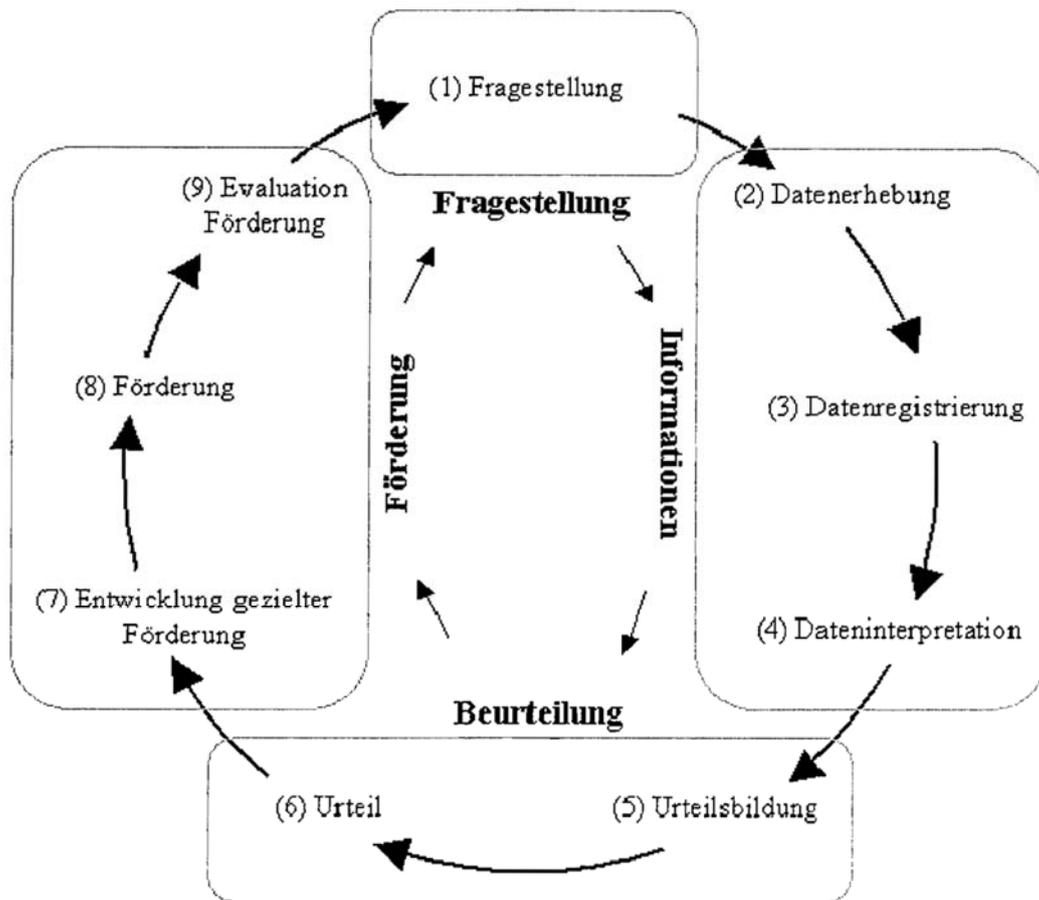


Abbildung 4: Phasenmodell für die Lernprozessdiagnostik (Hascher, 2009, S. 139).

Klug und andere (2013) entwickelten aus dem Phasenmodell von Hascher (2009) eine noch etwas spezifischere Operationalisierung der Diagnose- und Förderkompetenz und identifizierten darin drei zyklisch miteinander verbundene Phasen, bezeichnet als präaktional, aktional und postaktional (vgl. Abbildung 5).

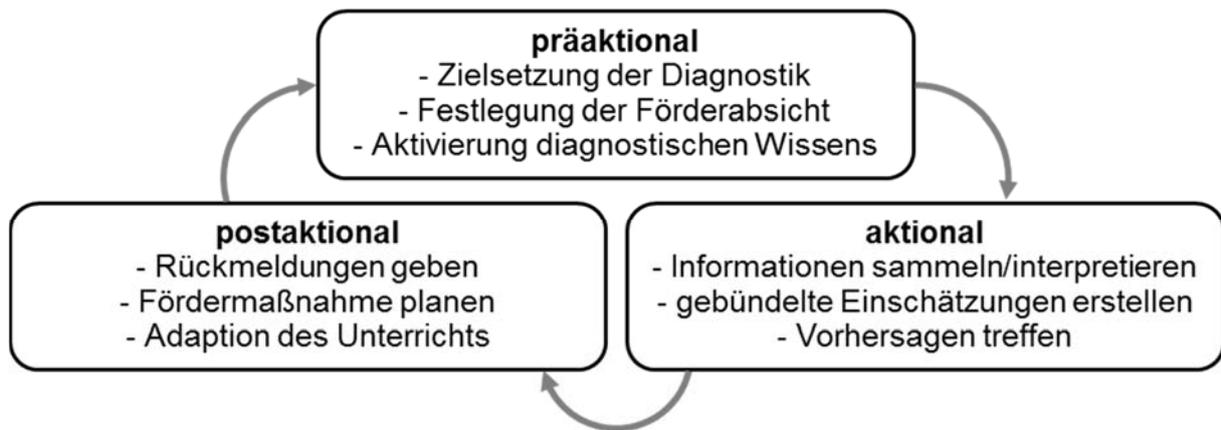


Abbildung 5: Prozessbezogene Operationalisierung diagnostischer Kompetenz von Lehrkräften in Anlehnung an Klug et al. (2013, S. 39).

Die präaktionale Phase liegt dabei vor der eigentlichen Diagnose und Förderung, durch die darin stattfindende Festlegung von Förderabsicht und Ziel der Diagnose ist sie allerdings essentiell. Sie dient der Aktivierung diagnostischen Wissens über Methoden, Urteilsbildung und Gütekriterien und strukturiert die Aufnahme der zur Diagnose genutzten Daten. Es folgt die zweite, aktionale Phase und damit der eigentliche Diagnoseprozess. Die Lehrkraft sammelt systematisch Informationen, interpretiert diese, erstellt zusammenfassende Einschätzungen und trifft Vorhersagen zur Entwicklung der Schüler*innen. In der dritten, postaktionalen Phase werden die zuvor gesammelten Informationen der Diagnose für eine Rückmeldung an die Lernenden (ggf. auch an die Eltern), das Planen individueller Förderung und die Adaption des Unterrichts genutzt. Das Überprüfen der entwickelten Maßnahmen schließt den Kreis und führt zu einer erneuten Diagnostik (Klug et al., 2013).

Ähnlich wie bei den standardorientierten Modellierungen sind die prozessbezogenen Operationalisierungen der diagnostischen Kompetenz häufig fachspezifisch und erfordern in der Diagnosesituation die Aktivierung domänenspezifischen Wissens wie z. B. typische Schülervorstellungen oder Lernverläufe. Das führt vereinzelt zu Weiterentwicklungen der prozessbezogenen Operationalisierung von Klug et al. vor einem fachspezifischen Hintergrund, wie beispielsweise der prozessbezogenen Operationalisierung der fehlerdiagnostischen Kompetenz von Heinrichs (2015).

Studien mit prozessbezogenen Operationalisierungen (Prozessmerkmalen einer Diagnostik) basieren häufig auf dem Experten-Novizen-Paradigma nach Bromme (1987;

vgl. Rath, 2017). Dabei wird neben der Urteilsbildung insbesondere das diagnostische Vorgehen erfahrener Expert*innen (z. B. (Fach-)Didaktiker, berufserfahrene Lehrkräfte) mit unerfahrenen Noviz*innen (z. B. Lehramtsstudierende) verglichen (z. B. van Ophuysen, 2010). Als zentraler Befund für diese Arbeit lässt sich dazu festhalten, dass Noviz*innen im Rahmen von Analysen stark auf Sichtstrukturen, also die Wahrnehmung und Beschreibung von sichtbaren Situationen und Handlungen fokussieren, während Expert*innen zu interpretativen Leistungen und Schlussfolgerungen fähig sind und so mehr in die Tiefenstruktur des Unterrichts eintauchen (vgl. Oser & Patry, 1994; Seidel et al., 2006).

3 Konzeptionelle Einbettung

Wie bereits in der Einleitung angedeutet, basiert die der Arbeit zu Grunde liegende Untersuchung auf einer Initiative der Deutschen Telekom Stiftung zur Entwicklung und Erforschung von Konzeptionen und Materialien für die MINT¹⁶-Lehrerbildung, dem Verbundprojekt „4DiF – Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen“ (vgl. Selter et al., 2017a). Was sich dahinter im Allgemeinen verbirgt und welche Veranstaltungen am Standort Gießen beteiligt sind, wird im Folgenden erläutert¹⁷.

3.1 Die Einordnung der Arbeit in das Verbundprojekt „4DiF“

Anknüpfend an das Projekt dortMINT (Diagnose und individuelle Förderung in der MINT-Lehrerbildung, vgl. Hußmann & Selter, 2013) initiierte die Deutsche Telekom Stiftung im Jahr 2014 drei sich daran anschließende Entwicklungsverbände zur Lehrerbildung in den MINT-Fächern. Im Rahmen dieser drei standortübergreifenden Verbundprojekte wurden unterschiedliche Schwerpunkte in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrerbildung bearbeitet, die sich in erster Linie mit Fragen beschäftigten, wie man Schüler*innen für den Beruf MINT-Lehrkraft gewinnt und im Studium begleitet bzw. unterstützt (Entwicklungsverbund 3 – Recruitment, Assessment, Support), wie im Verlauf des Studiums ihre Diagnose- und Förderkompetenz ausgebildet werden können (Entwicklungsverbund 2 – Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen) und wie Lehr-Lern-Labore in den Ausbildungsprozess einer MINT-Lehrkraft integriert werden können (Entwicklungsverbund 1 – Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore; vgl. Medienbüro Köln, 2016).

Das im Rahmen dieser Arbeit beschriebene Projekt war Teil des Entwicklungsverbundes 2, „4DiF – Diagnose und Förderung in heterogenen Lerngruppen“. Dahinter verbarg sich ein fachdidaktischer Zusammenschluss von vier deutschen Universitäten

¹⁶ Unter der Abkürzung MINT werden die Fachdisziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, darunter Physik, Chemie, Biologie und Geografie, sowie Technik zusammengefasst.

¹⁷ Teile der Ausführungen aus diesem Kapitel entsprechen der Darstellung der Veranstaltungskonzeption in Beretz, Lengnink und Aufschnaiter (2017).

(Technische Universität Dortmund, Universität Bremen, Justus-Liebig-Universität Gießen und Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg), dessen übergeordnete Zielsetzung darin bestand, den Kompetenzaufbau bei Lehramtsstudierenden mit MINT-Fächern zum theoriegeleiteten und adressatengerechten Umgang mit Heterogenität zu fördern. Dieser Ausrichtung lag die Annahme zugrunde, dass sich, u. a. vor dem Hintergrund des Inklusionsgedankens und der zunehmenden Integration von Flüchtlingen, die Disparität der Lernenden mehr und mehr vergrößert und unterschiedliche Lernvoraussetzungen schafft (vgl. Selter et al., 2017b). Mit dem Anspruch der bewussten und gezielten Orientierung des Unterrichts an den Schüler*innen geht damit die für (angehende) Lehrkräfte notwendige Fähigkeit einher, diese unterschiedlichen Voraussetzungen in der Sprache, dem Leistungsstand, der Motivation und dem Interesse, aber auch der Lernentwicklung und Lernbeeinträchtigung angemessen gut zu erfassen und die Erkenntnisse in die Entwicklung adressatengerechter Fördermaßnahmen einfließen zu lassen (v. Aufschnaiter et al., 2015). Schlussendlich mündet eine solche Weiterentwicklung und Verbesserung von Unterricht in einem produktiven Umgang mit Heterogenität (Prediger, 2004; Leuders & Prediger, 2012). Vor diesem Hintergrund wurden für die Arbeit im Verbund die folgenden drei handlungsleitenden Schwerpunkte abgeleitet: i) die Sensibilisierung für Heterogenität; ii) die Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenz und iii) die Einbettung von Diagnose und Förderung in Praxisphasen (vgl. Abbildung 6).

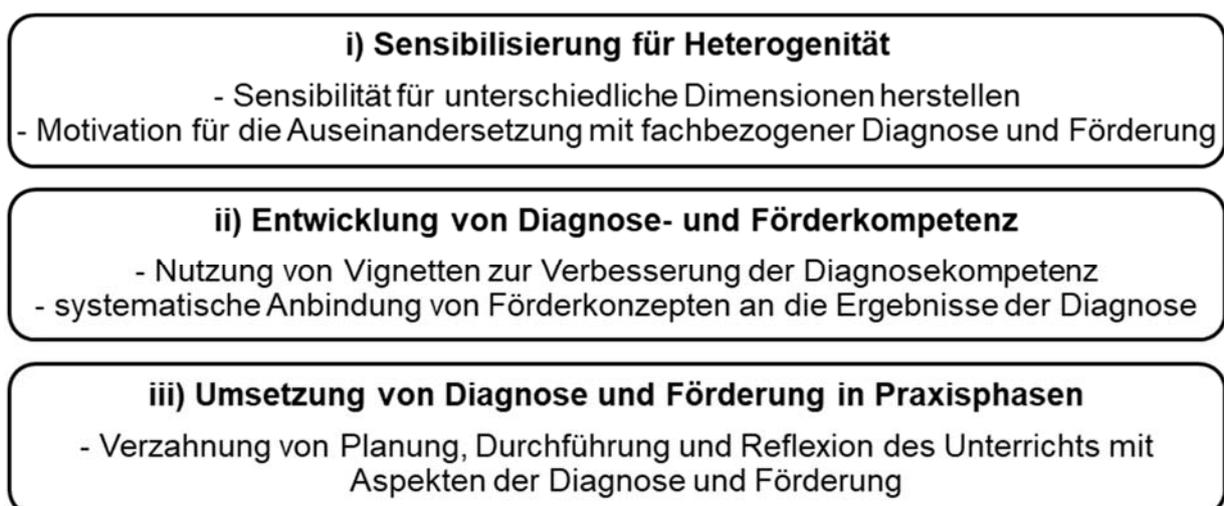


Abbildung 6: Ziele des Verbundprojektes (vgl. Selter et al., 2017b).

In dem in Gießen durchgeführten und dieser Arbeit zugrundeliegenden Teilprojekt werden hauptsächlich die ersten beiden Schwerpunkte angesprochen (zur Übersicht und Konzeption des gesamten Entwicklungsverbundes „4DiF“ vgl. Selter et al., 2017b). Durch die Verzahnung zweier fachdidaktischer Veranstaltungen der Physik- und Mathematikdidaktik, die vor dem Hintergrund der von Hascher (2011b) berichteten Wirksamkeit fallbasierten Lernens in der Lehrerbildung (z. B. durch den Einsatz von Unterrichtsvideos, Transkripten und Schülerdokumenten) beide auf die Nutzung von Videovignetten zum Aufbau diagnostischer Kompetenz sowie einen gemeinsam entwickelten und geteilten theoretischen Rahmen zur Diagnostik zurückgreifen (vgl. Kapitel 2.1), sollte eine (zunehmend differenziertere) Auseinandersetzung mit Heterogenität und heterogenen Lernvoraussetzungen angeregt und als Motivation für die fachbezogene Diagnose und Förderung genutzt werden, um aus Sicht der Studierenden Diagnose- und Förderkonzepte theoriegeleitet aufzubauen und im universitären Kontext zu erproben.

3.2 Konzeption und Abstimmung der Lehrveranstaltungen

Wie soeben beschrieben, untersucht die vorliegende Arbeit mit dem übergeordneten Ziel der Entwicklung diagnostischer Prozesse von Lehramtsstudierenden explorativ den Aufbau diagnostischer Kompetenz angehender Lehrkräfte im Rahmen zweier bestehender Lehrveranstaltungen der Physik- und Mathematikdidaktik. Die in Kapitel 2.1 vorgestellte Definition von Diagnostik und die darin enthaltene Operationalisierung des Diagnoseprozesses wird dabei als gemeinsamer theoretischer Rahmen genutzt. Definition und Unterscheidung verschiedener Diagnostikarten sowie die einzelnen Komponenten des Diagnoseprozesses (Sichten der Daten, Beobachten, Deuten, Ursachenforschung und Formulierung von Konsequenzen) werden den Studierenden jeweils vorgestellt und erläutert, um sie bei der Strukturierung ihrer Diagnostik zu unterstützen. Sie dienen außerdem zur Gliederung der Arbeitsaufträge, die die Studierenden teilweise entlang der Komponenten anleiten oder auch einen Schwerpunkt auf einzelne Komponenten legen.

Methodisch zeichnen sich beide Veranstaltungen dadurch aus, dass sie, wie unter anderem von van Es und Sherin (2008) vorgeschlagen, im Sinne des fallbasierten Lernens (Hascher, 2011b) Videodaten von Schüler*innen als Stimulus nutzen, um die

Studierenden für die Relevanz von Diagnostik und eine auf die Schüler*innen und deren Heterogenität gerichtete Perspektive zu sensibilisieren sowie Zugänge zu einer kriteriengeleiteten Diagnostik aufzubauen (z. B. durch die Nutzung von Videoaufzeichnungen und Transkripten von Lernprozessen als Datenbasis für Diagnostik; Gießener Entwicklungsziel (1)). Dazu werden verschiedene (fach-)didaktische Überlegungen und Blickwinkel zur Analyse von Lernprozessen thematisiert (im Folgenden als „Kriterien“ bezeichnet¹⁸) und von den Studierenden bei der Bearbeitung diagnostischer Aufgaben eingesetzt. Der Einsatz von Videovignetten bietet dabei den Vorteil, unterrichtsgetreue und realitätsnahe Situationen in ihrer Gesamtheit und Mehrdeutigkeit abzubilden, deren Komplexität aber gleichzeitig durch die Möglichkeit einer wiederholten Betrachtung zu reduzieren und differenzierte Analysen zu fördern (u. a. Möller & Stefensky, 2016), sodass im Sinne einer adressatengerechten Einbettung der Videoanalysen die kognitive und emotional-motivationale Beteiligung der Studierenden erhöht werden kann (Gießener Entwicklungsziel (2)). Gleichzeitig helfen die eher formalen und angeleiteten Diagnosen im Sinne eines *planned-for-interaction-assessment*¹⁹, grundlegende Kompetenzen aufzubauen, um die Studierenden im Unterricht zu informellen Diagnosen bzw. *on-the-fly-assessment*²⁰ zu befähigen. Damit teilen die beiden Kurse die in Abschnitt 3.1 beschriebene Ausrichtung auf die Projektschwerpunkte i) Sensibilisierung für Heterogenität und ii) Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenz.

¹⁸ Die Kriterien umfassen sowohl Überlegungen aus theoretischer Perspektive im Sinne eines „auf was könnte ich achten“ als auch empirische Erkenntnisse, z. B. in Bezug auf Befundlagen, die die Einordnung des vermeintlich vorgefundenen unterstützen. Sie werden, z. T. basierend auf den Inhalten der vorangegangenen Veranstaltungen, mit den Studierenden erarbeitet.

¹⁹ Bei *planned-for-interaction-assessment* handelt es sich um geplante Diagnosen ohne wissenschaftlich systematische Vorgehensweise, die z. B. mithilfe diagnostischer Fragstellungen oder Aufgaben gezielt Informationen über den Lernstand der Schüler*innen ermitteln wollen; vgl. Abschnitt 2.1.3.

²⁰ *On-the-fly-assessment* meint die Wahrnehmung relevanter Merkmale „im Vorbeigehen“, basierend auf Beobachtungen, offenen Fragen und Diskussionen und beinhaltet durch die spontane Identifikation von beispielsweise Verständnisschwierigkeiten eine Reaktion in der Situation, vgl. ebenfalls Abschnitt 2.1.3.

Bevor die folgenden beiden Abschnitte vor dem Hintergrund der inhaltlichen und methodischen Abstimmung jeweils im Detail auf die Gegenstände und Abläufe der untersuchten Veranstaltungen eingehen, soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass die beiden Veranstaltungen auch eine gewisse strukturelle Verzahnung auf der Ebene des Studienverlaufs aufweisen können. Durch die im Lehramt Physik häufig gewählte Fächerkombination mit Mathematik und die unterschiedliche Positionierung der Kurse im Studienverlauf (Physik im 3. bzw. 5. Fachsemester, Mathematik ein Jahr später im 5. bzw. 7. Fachsemester²¹) ergibt sich für eine kleine Gruppe Studierender die Option, die Veranstaltungen aufeinanderfolgend zu durchlaufen (für einen Einblick in die Zusammensetzung der Teilnehmer*innen siehe Abschnitt 5.2), was aus forschungsmethodischer Sicht eine längsschnittliche Betrachtung ermöglicht.

3.2.1 Gegenstand und Aufbau der physikdidaktischen Veranstaltung

Das Lehramtsstudium an der Justus-Liebig-Universität Gießen ist im Allgemeinen ein modularisierter Studiengang. Für das Fach Physik an weiterführenden Schulen bestehen im physikdidaktischen Ausbildungsteil inhaltlich keinerlei Unterschiede in Bezug auf die angestrebte Schulform, die Ausbildung erfolgt gemeinsam über einen Zeitraum von drei Jahren, lediglich zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb des Studienverlaufs. Während Studierende des Lehramts an Haupt-, Real- und Förderschulen (HR, FS) von Beginn an physikdidaktische Veranstaltungen besuchen (1. Studienjahr), ist im Lehramt für Gymnasien und beruflichen Schulen (GY, BS) ein fachwissenschaftlicher Ausbildungsteil vorgeschaltet, die physikdidaktischen Veranstaltungen beginnen erst mit dem zweiten Studienjahr.

Inhaltlich gliedert sich die physikdidaktische Ausbildung an der Justus-Liebig-Universität in drei verpflichtende Abschnitte (ergänzend dazu kann ein Fachpraktikum im Rahmen der Schulpraktischen Studien belegt werden; vgl. Tabelle 2):

²¹ Die genaue Positionierung ist abhängig von der angestrebten Schulform: Haupt-, Real- und Förderschullehramt vs. Lehramt für Gymnasien und Berufsschulen.

Tabelle 2: Übersicht zur physikdidaktischen Lehramtsausbildung an der Justus-Liebig-Universität Gießen (vgl. Zentrum für Lehrerbildung Gießen, 2014).

1./2. Studienjahr	2./3. Studienjahr	3./4. Studienjahr
D01: Einführung in die Fachdidaktik	Lernen (D02-1) und Lehren (D02-2) im Physikunterricht + Fachpraktikum (D04)	D03: Physikunterricht kriteriengeleitet gestalten und evaluieren

Bei der von der Untersuchung in den Blick genommenen Veranstaltung handelt es sich um den Kurs *D02-1: Lernen im Physikunterricht* aus dem zweiten physikdidaktischen Modul. Zentrale Inhalte des Kurses sind die Grundlagen der fachspezifischen Diagnostik: Mit den Studierenden wird erarbeitet, wie sich diagnostische Prozesse strukturieren lassen (vgl. Komponenten eines Diagnoseprozesses in Abschnitt 2.1.4), welche Diagnostikarten es gibt (vgl. Abschnitt 2.1.3) und mit welchen Überlegungen und Blickwinkeln (auch als „Kriterien“ bezeichnet) sie diagnostisch arbeiten können. Methodisch setzt der Kurs auf strukturierte Lerngelegenheiten im Sinne des fallbasierten Lernens (Hascher, 2011b), z. B. durch die Analyse von Schüleraussagen, Lernmaterial und videografierten Lernprozessen (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017), die genutzt werden, um die relevanten Kriterien herauszupräparieren und deren Anwendung zu üben.

In der betrachteten physikdidaktischen Veranstaltung werden drei Kriteriengruppen unterschieden, die die Studierenden kennen und nutzen lernen sollen: eine kognitiv-inhaltliche, eine strukturelle und eine motivational-soziale Gruppe.

Die kognitiv-inhaltliche Gruppe widmet sich den fachinhaltlich orientierten Aspekten der Lernprozesse und bezieht sich dabei auf die *fachliche Angemessenheit* und den *Informationsgehalt* der betrachteten Äußerungen und Konzepte. Während beim Informationsgehalt beurteilt wird, wie viele inhaltlich verschiedene Aspekte wie Beispiele, Fachwörter oder Konzepte innerhalb eines bestimmten Zeitfensters oder Textes angesprochen und ggf. miteinander vernetzt bzw. aufeinander bezogen werden, unter-

stützt das Kriterium der fachlichen Angemessenheit z. B. unter Rückgriff auf dokumentierte und empirisch belegte Schülervorstellungen²² dabei, fachlich angemessene, anschlussfähige, aber auch fachlich unangemessene Aspekte in den Ideen der Schüler*innen zu identifizieren. Dabei kann das Kriterium in einem erweiterten Zugang auch dazu genutzt werden, auf Stufungen im fachlichen Verständnis zu achten. Hier stellen Learning Progressions, die durch aufeinander aufbauende, also hierarchisch angeordnete, unterscheidbare Niveaus einen inhaltlichen Fortschritt im Verständnis beschreiben, zu bestimmten physikalischen Sachverhalten einen möglichen Referenzrahmen dar (hier die Learning Progression zu Bewegungen und Kräften von Alonzo, 2012).

Die zweite Kriteriengruppe beinhaltet strukturell orientierte Aspekte der Lernprozesse, die jenseits des konkreten fachlichen Inhalts eine Stufung der von den Schüler*innen geäußerten Vorstellungen oder (erforderliche) Handlungen entlang des Abstraktionsgrades vornehmen. In ihr werden die eng miteinander verbundenen Kriterien *Konzeptualisierungsniveau* und *Erfahrungsbezug* zusammengefasst (vgl. v. Aufschnaiter & Rogge, 2010). Das niedrigste Konzeptualisierungsniveau ist dabei das explorative Vorgehen (EXP: Erkunden, Beschreiben und Beobachten vorliegender/erinnerter Fälle/Situationen). Darauf folgt das intuitiv regelbasierte Verhalten (IRB: zielgerichtete Nutzung physikalischer Begriffe und Beschreibung/Vorhersage von Ereignissen als ob das Konzept bekannt ist). Das höchste Niveau stellt das explizit regelbasierte Vorgehen dar (ERB: Verallgemeinerungen). Der darin enthaltene Erfahrungsbezug beschreibt, inwiefern sich die Vorstellungen und Handlungen auf ein Konzept beziehen, das als Phänomen erfahrbar ist (ERB a, wie z. B. Bewegungen) oder eine modellbasierte Größe darstellt (ERB b, wie z. B. Kraft), die nicht direkt erfahrbar ist.

Die motivational-soziale Kriteriengruppe greift im Sinne der Weinertschen Kompetenzdefinition (2001) schließlich noch einige affektiv orientierte Aspekte von Lernprozessen auf. Sie beinhaltet einerseits das *Erleben*, andererseits *Sozialdynamiken*. Unter das Kriterium *Erleben* fallen Äußerungen zum Kompetenzerleben, zum Erleben von

²² Die Erarbeitung entsprechender Schülervorstellungen, z. B. zur Mechanik oder Stromkreisen, erfolgte in der vorangegangenen Veranstaltung D01 und kann dementsprechend hier als Referenz genutzt werden.

Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit (Basic Needs nach Krapp, 2005), aber auch Lob und motivierendes Verhalten bzw. Frustration, Beschimpfung und demotivierendes Verhalten sowie Gefühls- und Interessensäußerungen. Das Kriterium *Sozialdynamiken* erfasst soziale Aushandlungsprozesse, die sich auf den Umgang der Schüler*innen untereinander und mit der Lehrkraft sowie die Gesprächsstruktur beziehen.

Im Verlauf der Zuweisungen eines Kriteriums können der Lernwege der Schüler*innen oder Aspekte von Heterogenität sichtbar werden. Werden die so gewonnenen Erkenntnisse als produktive Basis für die Beschreibung solcher Lernwege oder Heterogenitätsaspekte genutzt, kann das den Übergang zur Förderung und die Formulierung von Konsequenzen deutlich erleichtern.

Anknüpfend an diese Beschreibung der zentralen Inhalte der Veranstaltungen liefert die folgende Tabelle 3 einen vertieften Einblick in den Ablauf und Aufbau der Sitzungen inklusive des methodischen Rückgriffs auf die videografierten Lernprozesse:

Tabelle 3: Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „D02-1: Lernen im Physikunterricht“.

Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „D02-1: Lernen im Physikunterricht“		
Sitzung	phys. Inhalt	Gegenstand der Sitzung: Die Studierenden...
1-4	Bewegungen und Kräfte	<ul style="list-style-type: none"> • lösen Aufgaben zu Kraft und Bewegung und klären untereinander / mit der Dozentin die für die Lösung notwendigen fachlichen Konzepte (fachliche Klärung als Voraussetzung für Diagnostik). • erfahren die Ziele der Veranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> a) Auseinandersetzung mit Aktivitäten von Schüler*innen. b) systematische Aufbereitung fachlicher Inhalte. → Vorbereitung auf die eigenständige, gezielt lernerorientierte Strukturierung von Unterricht (in Anlehnung an das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, vgl. Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997) • analysieren 6 auf Video aufgezeichnete Schülerinterviews zur Erfassung ihrer Vorstellungen. → <i>Kriterium: Angemessenheit der Vorstellungen (Erarbeitung Learning Progression)</i> • vergleichen Status- und Prozessdiagnostik im Hinblick auf deren Charakteristik und Zweck.

Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „D02-1: Lernen im Physikunterricht“		
Sitzung	phys. Inhalt	Gegenstand der Sitzung: Die Studierenden...
5-7	Stromkreis	<ul style="list-style-type: none"> rekonstruieren angestrebte Kenntnisse einer Lerneinheit als Voraussetzung für förderorientierte Diagnostik. reaktivieren Überlegungen zu Schülervorstellungen bei elektrischen Stromkreisen aus vorangegangener Veranstaltung. analysieren 3 Videos zum Einsatz der zuvor analysierten Lerneinheit in unterschiedlichen Klassen/Schulformen (Klasse 8 GY, Klasse 9 HS, Klasse 11 GY). → <i>Kriterium: Konzeptualisierungsniveau (Erarbeitung über die Unterscheidung von Fall und phänomenbasiertem/ modellbasiertem Konzept)</i>
8-11	Wärmelehre	<ul style="list-style-type: none"> klären die fachlichen Zusammenhänge zum 0. Hauptsatz der Wärmelehre (ohne Gasgesetze). lernen den Begriff Verlaufsdiagnostik kennen und erarbeiten sich deren Charakteristik und Zweck. analysieren 1 Video zum 0. Hauptsatz der Wärmelehre und 4 Videoausschnitte zu einer Argumentationsaufgabe zum Schmelzen von Schneemännern (u. a. Rogge, 2010). → <i>Kriterium: Konzeptualisierungsniveau und Erleben (Anwendung der zuvor erarbeiteten Kriterien)</i> reflektieren das Vorgehen bei einer Diagnostik: Beschreibung, Deutung (unter Bezugnahme auf unterschiedliche Kriterien), Ursachenforschung, Konsequenz (vgl. Komponenten des Diagnoseprozesses in Abschnitt 2.1.4). lernen den Begriff Veränderungsdiagnostik kennen und erarbeiten sich deren Charakteristik und Zweck; sie setzen die vier Diagnosearten miteinander in Bezug.
12-13	Pendel	<ul style="list-style-type: none"> entwerfen einen 90-minütigen Unterrichtseinstieg zum Pendel. analysieren Ausschnitte eines 90-minütigen Unterrichtseinstiegs zur experimentellen Erarbeitung der Schwingungsdauer. → <i>Kriterium: alle im Rahmen der Veranstaltung erarbeiteten Kriterien (Anwendung)</i>
14	-	<p>Zusammenfassung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Komponenten des Diagnoseprozesses ➤ Mögliche Kriterien zur Diagnostik

Übergeordnete Konzeption der physikdidaktischen Lehramtsausbildung in Gießen

Der Veranstaltung *D02-1: Lernen im Physikunterricht* geht eine einjährige Einführungsveranstaltung voraus (D01), in der bereits erste Überlegungen zur Diagnostik thematisiert und umgesetzt werden. Dazu gehören schulspezifische fachliche Aspekte aus den Themenfeldern Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik und Wärmelehre sowie empirische Befunde aus fachdidaktischer Forschung, z. B. zu Schülervorstellungen und Interessen. Diese dienen als erste theoretische und empirische Orientierungspunkte für die Diagnostik in D02-1 und werden darin systematisch durch spezifische (fach-)didaktische Kriterien sowie strukturierende Komponenten eines Diagnoseprozesses erweitert. Danach nehmen die Studierenden das grundsätzliche Ziel einer Diagnostik – adaptive Förderung – bei der Gestaltung von Unterrichtsminiaturen mit spezifischem methodischem Schwerpunkt in den Blick (*D02-2: Lehren im Physikunterricht*). Die abschließende Veranstaltung *D03: Physikunterricht kriteriengeleitet gestalten und evaluieren* befasst sich zunächst schwerpunktmäßig mit Experimenten im Physikunterricht, also Befunden zu deren Einsatz, Sicherheitsvorschriften sowie eine Auswahl, Durchführung und Analyse ausgewählter Experimente (D03-1). Zum anderen werden Aufgaben im Physikunterricht thematisiert, indem kriteriengeleitete Aufgabenanalysen vorgenommen werden, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Binnendifferenzierung, und eine Gestaltung und Evaluation von Lern- und Übungsaufgaben zu allen vier Kompetenzbereichen der KMK-Bildungsstandards (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung; 2004a) – somit auch zu naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen – stattfindet (D03-2). D03 erweitert somit die Perspektiven um diagnostische Befunde zu fachmethodischen Aspekten und baut die eigenständige, lernerorientierte Planung in diesem Bereich aus, sodass Diagnostik eine zentrale Leitlinie der gesamten physikdidaktischen Lehramtsausbildung in Gießen darstellt.

3.2.2 Gegenstand und Aufbau der mathematikdidaktischen Veranstaltung

Auch das Lehramtsstudium Mathematik ist in Gießen als modularisierter Studiengang angelegt. Im Gegensatz zum Fach Physik bestehen in Mathematik abhängig von der

angestrebten Schulform neben strukturellen auch inhaltliche Unterschiede im mathematikdidaktischen Ausbildungsteil. Während sich Studierende des Lehramts an Haupt-, Real- und Förderschulen (HR, FS) neben der *Didaktik der Algebra* und der *Didaktik der Geometrie* insbesondere mit der *Methodik des Mathematikunterrichts* auseinandersetzen, spielen im Lehr-amt für Gymnasien und Berufsschulen (GY, BS) auch die *Didaktik der Analysis* und die *Numerik in der Schule* eine zentrale Rolle, bevor beide Lehrämter sich abschließend mit *ausgewählten Fragen des Mathematikunterrichts der Sekundarstufen* beschäftigen (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht zur mathematikdidaktischen Lehramtsausbildung an der Justus-Liebig-Universität Gießen (vgl. Zentrum für Lehrerbildung Gießen, 2015)

	1. Studienjahr	2. Studienjahr	3. Studienjahr	4. Studienjahr
HR, FS	Didaktik der Geometrie	Didaktik der Algebra und Methodik im Mathematikunterricht	Ausgewählte Fragen des Mathematikunterrichts	
GY, BS	-	Didaktik der Algebra und Numerik in der Schule	Didaktik der Analysis und der Geometrie	Ausgewählte Fragen des Mathematikunterrichts

Bei den Veranstaltungen *Didaktik der Algebra*, *Didaktik der Geometrie*, *Methodik des Mathematikunterrichts*, *Didaktik der Analysis* und *Numerik in der Schule* handelt es sich jeweils um Großveranstaltungen, die aus einer Vorlesung und zugehörigen Übung bestehen. Darin werden mit den Studierenden schulspezifische fachliche Aspekte sowie wesentliche stoffdidaktische Inhalte der entsprechenden Themenfelder erarbeitet (im Detail vgl. Zentrum für Lehrerbildung Gießen, 2015). Sie liefern jeweils Anhaltspunkte für die zentralen mathematikdidaktischen Forschungsfelder der Grundvorstellungen, der Begriffsbildungsprozesse (z. T. auf Basis von Entwicklungsstufen) und der Kompetenzentwicklung allgemein-mathematischer Kompetenzen. Danach schließt das Modul *ausgewählte Fragen des Mathematikunterrichts* das Studium mit einem Fokus auf das Lernen an vorstellungsorientierten Lernumgebungen vor dem Hintergrund einer schulformspezifischen Ausrichtung ab. Es besteht jeweils aus einer schulform-

spezifischen Vorlesung und einem Wahlpflichtseminar mit verschiedenen Schwerpunkten, in dem sich die Schulformen teilweise wieder mischen. Bei der von der Untersuchung in den Blick genommenen mathematikdidaktischen Veranstaltung handelt es sich um eines dieser Wahlpflichtseminare, *M06/12: Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht der Sekundarstufen*, in dem auf Basis der zuvor erarbeiteten theoretischen Überlegungen und empirischen Befundlagen zu Grundvorstellungen, Begriffsbildungsprozessen und allgemein-mathematischen Kompetenzen das grundsätzliche Ziel einer Diagnostik – die adaptive Förderung – bei der Gestaltung eines Lehr-Lern-Labors (Roth & Priemer, 2020) adressiert wird.

Im mathematikdidaktischen Lehr-Lern-Labor der Justus-Liebig-Universität Gießen, der *Lernwerkstatt Mathematik*, erarbeiten Studierende, die sich am Ende ihres Studiums befinden, in Kleingruppen von vier bis sechs Personen eine Lernumgebung für eine Schulklasse (vgl. Lengnink, 2014). Die konzipierte Lernumgebung soll den Schüler*innen einen offenen und entdeckenden Zugang zu einem ausgewählten Themenfeld ermöglichen, ihre Vorstellungs- und Begriffsbildungsprozesse anregen sowie differenzierend in Hinblick auf die angestrebten inhaltsbezogenen und allgemeinen mathematischen Kompetenzen sein. Eine Handlungsorientierung unter Einsatz klug gewählter Materialien ist angestrebt, um unterschiedliche Zugänge zu ermöglichen und die Vorstellungs- und Begriffsbildung der Lernenden zu unterstützen. Dabei berücksichtigen die Studierenden in der Planung bereits, soweit möglich, die heterogene Lernausgangslage der Schüler*innen: Im Vorfeld der Planung werden zum einen gemeinsam Videodaten aus vorangegangenen Durchgängen zu einer inhaltlich ähnlichen Lernumgebung gesichtet, um die Studierenden für typische Schülervorstellungen und die Sprache der Lernenden zu sensibilisieren. Zum anderen besuchen die Studierenden ihre spätere Klasse vorab und führen im Sinne einer Statusdiagnostik eine selbstentwickelte Lernstandserhebung zum geplanten Unterrichtsinhalt durch. Die so gewonnenen Erkenntnisse über die Schüler*innen sollen dann im Sinne einer adaptiven Unterrichtsgestaltung in die Planung der drei- bis vierstündigen Lernumgebung einfließen. Die entwickelte Lernumgebung wird dann, verbunden mit einem Besuch einer Schulklasse in der *Lernwerkstatt*, erprobt und der Lernprozess der Schüler*innen von den Studierenden begleitet. Dies wird videografiert und später in vielfältiger Weise ge-

nutzt. Einerseits wird die Lernumgebung von den Studierenden hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Lernprozess der Schüler*innen evaluiert, um eine reflektierte Handlungsfähigkeit der Studierenden im Bereich Planen, Begleiten und Reflektieren von Lernumgebungen zu erreichen und ihre diagnostische Kompetenz zu schulen. Auf der anderen Seite werden die Daten von den beteiligten Wissenschaftler*innen u. a. in Bezug auf den Aufbau von Vorstellungen, die Begriffsbildungsprozesse und die Lernschwierigkeiten der Schüler*innen zu den jeweiligen fachmathematischen Themen, aber auch im Hinblick auf den Aufbau professioneller Handlungskompetenz bei den Lehramtsstudierenden beforscht. Alles in allem ist die *LernWerkstatt* damit ein Ort, an dem Schüler*innen, Lehrkräfte und Wissenschaftler*innen gemeinsam lernen, lehren und forschen und somit die Theorie mit der Praxis verbinden (Lengnink, 2014).

Vor diesem Hintergrund lassen sich die zentralen Charakteristika des beteiligten mathematikdidaktischen Kurses wie folgt zusammenfassen: Im Rahmen der Entwicklung und Erprobung einer adaptiven Lernumgebung in einem Lehr-Lern-Labor (Förderung als zentrales Ziel von Diagnostik) wird mit den Studierenden wie schon in der physikdidaktischen Veranstaltung in Anlehnung an das fallbasierte Lernen (Hascher, 2011b) durch die Analyse von Schüleraussagen, Lernmaterial und videografierten Lernprozessen (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017) erarbeitet und eingeübt, wie sich diagnostische Prozesse strukturieren lassen (vgl. Komponenten eines Diagnoseprozesses in Abschnitt 2.1.4), welche Diagnostikarten es gibt (vgl. Abschnitt 2.1.3) und mit welchen (mathematikdidaktischen) Überlegungen und Blickwinkeln, also Kriterien, sie diagnostisch arbeiten können. Letztere werden im Folgenden, analog zur Beschreibung der physikdidaktischen Kriterien, etwas ausführlicher dargestellt. Insgesamt lassen auch sie sich in eine kognitiv-inhaltliche, eine strukturelle und eine motivational-soziale Gruppe unterscheiden. Dabei ist zu betonen, dass es z. T. deutliche inhaltliche und strukturelle Parallelen bzw. Überschneidungen zu den physikdidaktischen Kriterien gibt, sodass sich insbesondere an dieser Stelle wechselseitig Querbezüge herstellen lassen (Gießener Entwicklungsziel (3)).

Neben der bereits ausführlich beschriebenen *fachlichen Angemessenheit* (vgl. Abschnitt 3.2.1) zeichnet sich die kognitiv-inhaltliche Gruppe der Mathematikdidaktik besonders durch den Abgleich der inhaltspezifischen normativen *Grundvorstellungen* mit den sich zeigenden Schülervorstellungen aus (für das Themenfeld der Stochastik

vgl. Knobloch, 2016). Normative Grundvorstellungen meinen dabei die Vorstellungen, die aus fachlicher Perspektive notwendig sind, um einen mathematischen Sachverhalt (vollständig) zu erfassen und darauf basierende Probleme zu lösen²³. Daneben greift die inhaltliche Gruppe auf die *allgemeinmathematischen Kompetenzen* (Argumentieren, Darstellen, Kommunizieren, Problemlösen, Modellieren und Umgang mit symbolischen, formalen und technischen Elementen; vgl. KMK, 2003) als Kriterium zurück, indem geprüft wird, inwiefern die Schüler*innen diese Kompetenzen bei der Bearbeitung der Aufgabe brauchen bzw. zeigen.

In die strukturelle Gruppe fallen im mathematikdidaktischen Kontext die *Stufen des Begriffslernens* und die *Sprache*. Das Kriterium der Stufen des Begriffslernens beschreibt, parallel zu den physikdidaktischen Konzeptualisierungsniveaus, ein sich sukzessive aufbauendes Verständnis. Ausgangspunkt ist meist ein intuitives Begriffsverständnis (Begriff als Phänomen: Kenntnis einfacher Beispiele; ähnlich zu explorativem Verhalten), das sich über die Stufen inhaltlich (Begriff als Träger von Eigenschaften; ähnlich zu intuitiv regelbasiertem Verhalten), integriert (Begriff als Teil eines Begriffsnetzes: Beziehungen von Eigenschaften untereinander und zu anderen Begriffen) und formal (Begriff als formales Objekt zum Operieren) zu einem strukturellen Begriffsverständnis (Begriff als strukturierbares Objekt: Kenntnis wichtiger Verknüpfungen in verschiedenen Darstellungsformen) entwickelt (Vollrath, 1984). Das Kriterium der Sprache greift auf die Zuweisung zu unterschiedlichen Sprachregistern zurück, die in einem Lernprozess zusammenwirken. Diese sind die eigensprachlichen Ressourcen (produktiver individueller Wortschatz zur Annäherung an einen Inhalt; alltagssprachlicher Register), der bedeutungsbezogene Denkwortschatz (Kommunikation über und Bedeutungskonstruktion von abstrakten mathematischen Konzepten; bildungssprachlicher Register), der formalbezogene Wortschatz (kontextfreie Verständigung über einen mathematischen Sachverhalt, numerisch/algebraische Symbolsprache; techni-

²³ Beispiel einer normativen Grundvorstellung aus der Stochastik zum Laplace-Experiment: Die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses ist die Summe der Wahrscheinlichkeiten der dazugehörigen Elementarereignisse (Knobloch (2016)).

ches Register) und der kontextbezogene Lesewortschatz (Nutzung der mathematischen Konzepte in weiteren Sachzusammenhängen; bildungssprachlicher Register) aus (vgl. Prediger, 2017).

Die motivational-soziale Gruppe beinhaltet, wie zuvor bereits im Kontext der physikdidaktischen Veranstaltung beschrieben, Erlebensqualitäten und Interessensbefunde sowie die Betrachtung der Lehrer-Schüler-Interaktion, worunter in erster Linie die Gesprächsstruktur, die Gruppendynamik und der Umgang untereinander fallen. Bis auf die Interessensbefunde, die auch eine fachspezifische Komponente aufweisen können, verkörpern die Kriterien dieser Gruppe eher allgemeinpädagogische Konzepte zur Einschätzung eines Lernprozesses.

Abschließend liefert die folgende Tabelle 5 auch für die untersuchte mathematikdidaktische Veranstaltung auf Basis der zentralen Inhalte (Strukturierung diagnostischer Prozesse; unterschiedliche Diagnostikarten; diagnostische Kriterien) einen vertieften Einblick in den Ablauf und Aufbau der Sitzungen inklusive des methodischen Rückgriffs auf die videografierten Lernprozesse im Sinne des fallbasierten Lernens:

Tabelle 5: Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „M06/12: Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht der Sekundarstufen“.

Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „M06/12: Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht der Sekundarstufen“		
Sitz- ung	math. Inhalt	Gegenstand der Sitzung: Die Studierenden...
1-3	Stochastik	<ul style="list-style-type: none"> • erhalten allgemeine Informationen zum Inhalt und Ablauf des Seminars, dessen Einbettung in ein Lehr-Lern-Labor sowie über die formalen Vorgaben der Seminarleistung (Gestaltung LernWerkstatt-Vormittag). • lösen stochastische Aufgaben und besprechen anhand von (Schüler-)Lösungen und Lösungswahrscheinlichkeiten in der Ich-Du-Wir-Methode die für die Lösung notwendigen fachlichen Konzepte (fachliche Klärung und Klärung der Schülerperspektive als Voraussetzung für Diagnostik). → <i>Heterogenität selbst erleben</i> • erarbeiten zusammen mit der Dozentin eine Begriffsdefinition von Diagnostik inkl. charakteristischer Komponenten eines diagnostischen Prozesses (vgl. Kapitel 2.1). • lernen unterschiedliche Diagnosearten, deren Charakteristik sowie Zweck kennen (Status-, Prozess und Veränderungsdiagnostik) und diskutieren nach der Bearbeitung eines Beispiels (Statusdiagnostik einer Schülerlösung) deren Vor- und Nachteile. • sammeln und erarbeiten mögliche diagnostische Kriterien für eine Analyse. → <i>Kriterien: Grundvorstellungen der Stochastik (Erarbeitung), Stufen des Begriffslernens (Reaktivierung), Sprachregister (Erarbeitung), allgemein-mathematische Kompetenzen (Reaktivierung)</i>
4-5		<ul style="list-style-type: none"> • planen ihre Lernumgebung für ihren LernWerkstatt-Vormittag. Dazu klären sie die fachlichen Hintergründe sowie dokumentiertes Vorwissen von Schüler*innen, sichten Schulbücher und erheben die Lernausgangslage ihrer Besuchsklasse
6-9		<ul style="list-style-type: none"> • führen mit den Besuchsklassen ihre geplanten LernWerkstatt-Vormittage durch. Diese werden auf Video aufgezeichnet. • analysieren die Aufzeichnungen ihrer LernWerkstatt-Vormittage mithilfe eines Beobachtungsbogens (vgl. Abschnitt 5.4) in der darauffolgenden Woche. → <i>Kriterien: Grundvorstellungen (der Stochastik), allgemein-mathematische Kompetenzen, Stufen des Begriffslernens, Sprache, Interaktion, Erleben und Heterogenität (übergeordnet)</i>

Sit- zung	math. Inhalt	Gegenstand der Sitzung: Die Studierenden...
10-13		<ul style="list-style-type: none"> • diskutieren untereinander/mit der Dozentin ausgewählte Sequenzen ihrer Lern-Werkstatt-Vormittage unter verschiedenen diagnostischen Kriterien. → <i>Kriterien: alle im Rahmen der Veranstaltung erarbeiteten Kriterien (Anwendung)</i> • lernen den Begriff Verlaufsdiagnostik kennen und erarbeiten sich deren Charakteristik und Zweck; sie setzen die vier Diagnosearten miteinander in Bezug.

3.3 Kontrast der Veranstaltungen

Trotz des gemeinsam entwickelten und genutzten theoretischen Rahmens zur förderorientierten Diagnostik und dem diagnostischen Prozess (vgl. Abschnitt 2.1) sowie der geteilten Nutzung von videografierten Lernprozessen, gibt es zwei zentrale Aspekte, in denen sich die beiden Kurse voneinander unterscheiden: (a) die Gewichtung von Diagnose und Förderung sowie (b) der Gegenstand der Videoanalysen und die Beteiligung der Studierenden an den Videos (vgl. Abbildung 7).



Abbildung 7: Struktur der Veranstaltungen im Vergleich – (a) Gewichtung von Diagnose (gestrichelt) und Förderung (gepunktet), (b) Gegenstand der Videoanalysen und Beteiligung der Studierenden (in grau).

(a) – Gewichtung von Diagnose und Förderung:

Im Zentrum der physikdidaktischen Veranstaltung steht die Diagnostik. Nach einer ersten, beispielgebundenen Einführung verschiedener Diagnosearten (vgl. Abschnitt 2.1.3) und der Vorstellung der im Projekt entwickelten Operationalisierung für den Diagnoseprozess (vgl. Abschnitt 2.1.4) folgt die Erarbeitung und Anwendung spezifischer diagnostischer Kriterien (siehe Abschnitt 3.2.1). Sie dienen als inhaltlicher Zu-

gang zu den dargestellten Lernprozessen und werden in einem iterativen Prozess angewendet, vertieft und auf vier zentrale Zugänge erweitert.²⁴ Gegen Ende des Kurses werden die Studierenden vermehrt dazu angeleitet, die gewonnenen Erkenntnisse über das Lernen der Schüler*innen im Sinne der mit der Diagnostik verbundenen Förderabsicht zur Formulierung begründeter Konsequenzen für nachfolgenden Unterricht zu nutzen.

Im Gegensatz zum Vorgehen in der Physikdidaktik fokussiert die mathematikdidaktische Veranstaltung von Anfang an stärker auf die Förderung. Ziel des Kurses ist es, eine förderorientierte, differenzierende Lernumgebung für eine bestimmte Klasse zu planen, diese als Lehrkraft selbst durchzuführen und anschließend zu analysieren. Dabei spielt aber sowohl im Vorfeld der Planung als auch bei der Analyse der Wirkung der Lernumgebung auch die Diagnostik eine zentrale Rolle: Vorab werden durch die Thematisierung dokumentierter Schülervorstellungen und mithilfe der Durchführung einer Lernstandserhebung Erkenntnisse über die Schüler*innen gesammelt, um diese im Sinne einer adaptiven Unterrichtsgestaltung in die Planung der Lernumgebung einfließen zu lassen. Im Anschluss an die Durchführung der Lernumgebung, die zu Analysezwecken videografiert wird, wird diese im letzten Drittel des Kurses selbst zum Gegenstand einer ebenfalls kriteriengeleiteten Diagnostik (siehe Abschnitt 3.2.2).

(b) – Gegenstand der Videoanalysen und Beteiligung der Studierenden:

Beide Veranstaltungen nutzen Videovignetten, die auf die Schülerperspektive fokussieren, setzen allerdings unterschiedliche Schwerpunkte im Rahmen dieser Fokussierung. In der Physikdidaktik repräsentieren die Videodaten reale Vignetten (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017), in denen überwiegend Schülergruppen von 2-3 Schüler*innen ohne Anwesenheit einer Lehrkraft physikbezogene Lernaufgaben bearbeiten und gemeinsam diskutieren (gegen Ende des Kurses wird dieser Fokus durch eine Vignette mit Beteiligung einer Lehrkraft ergänzt). In der Mathematikdidaktik sind die Studierenden dagegen meist selbst als Lehrkräfte an den videografierten Lernprozessen beteiligt. Sie analysieren anhand realer eigener Vignetten (v. Aufschnaiter et al.,

²⁴ Bei den vier zentralen Zugängen handelt es sich um die *fachliche Angemessenheit*, die *Konzeptualisierungsniveaus*, den *Erfahrungsbezug* und das *Erleben* (vgl. Abschnitt 3.2.1).

2017) die Wirkung ihrer Lernangebote und ihres Lehrerverhaltens auf Kleingruppen von 4-6 Schüler*innen. Der Kontrast beider Lehrveranstaltungen liegt somit in der An- bzw. Abwesenheit einer Lehrkraft (zum Kontrast von eigenem und fremdem Unterricht vgl. z. B. Seidel, Stürmer, Blomberg, Kobarg & Schwindt, 2011; Kleinknecht & Schneider, 2013) sowie der Beteiligung der Studierenden am durch die Schüler*innen bearbeiteten Material.

Im physikdidaktischen Kurs analysieren die Studierenden in rund 65 Prozent der Sitzungen Videos, die inhaltlich den physikalischen Themenfeldern Kräfte und Bewegungen (inkl. Pendel), elektrische Stromkreise und Wärmeübertragung zuzuordnen sind. Im mathematikdidaktischen Kurs füllen die Videoanalysen ca. 50 Prozent der Zeit, allerdings beschränken sie sich aufgrund der Ausrichtung auf die Planung und Durchführung einer förderorientierten Lernumgebung auf das Themengebiet der Stochastik.

Empirischer Teil

4 Ziele und Fragestellungen der Untersuchung

In Anlehnung an das in Kapitel 2 ausführlicher dargestellte Spannungsverhältnis zwischen Forschung und Lehre zu diagnostischer Kompetenz (die Lehrerbildungsforschung fokussierte bisher stärker auf die Messung diagnostischer Kompetenz, lieferte für die Ausbildung angehender Lehrkräfte bisher aber weniger Anhaltspunkte, wie sich der Aufbau diagnostischer Kompetenz als zentrales Ausbildungsziel universitärer Lehre vollzieht und fördern lässt), widmet sich die vorliegende Untersuchung diagnostischen Prozesse von Lehramtsstudierenden im Laufe des Studiums. Das Projekt stellt somit eine explorative Untersuchung dar, die studentische Zugänge zur Diagnostik erfasst (im Rahmen zweier konzeptionell vergleichbaren universitären Lehrveranstaltungen zur Diagnostik; vgl. Kapitel 3), um genauer beschreiben zu können, was diagnostische Prozesse strukturell und inhaltlich charakterisiert. Dies kann als Ausgangsbasis genutzt werden, um daraus Hinweise zur Förderung dieser diagnostischen Prozesse und damit zum Aufbau diagnostischer Kompetenz ableiten zu können.

Der analytische Zugang zu den Diagnoseprozessen der Studierenden orientiert sich an der gemeinsamen Struktur der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Veranstaltungen: In beiden Lehrveranstaltungen bilden die in Abschnitt 2.1.4 vorgestellten Komponenten eines Diagnoseprozesses das strukturierende Element beim Zugang zur Diagnostik. In einem ersten Forschungsschwerpunkt a) soll dementsprechend untersucht werden, *wie die Studierenden vor diesem theoretischen Hintergrund ihre Diagnostik strukturell anlegen*. Daneben betonen beide Lehrveranstaltungen, dass der Prozess des Diagnostizierens vielfältige (fach-)didaktische Überlegungen (Theorien, empirische Befundlagen, Konzepte) beinhalten sollte, die dann eine theoretische Anbindung liefern. Daher widmet sich ein zweiter Forschungsschwerpunkt b) der Fragestellung, *wie die Studierenden (fach-)didaktische Überlegungen in ihrer Diagnostik nutzen*. Darin kommt insbesondere die Verzahnung der beiden Lehrveranstaltungen auf studentischer Ebene zum Tragen, deren Ziel eben auch im Herstellen und Etablieren wechselseitiger Querbezüge besteht (vgl. Abschnitt 3.2).

An dieser Stelle erscheint es relevant, daran zu erinnern, dass das zentrale Ziel beider Lehrveranstaltungen darin besteht, Studierende im Rahmen ihrer universitären Lehr- amtsausbildung dazu zu befähigen, Bearbeitungs- und Lernprozesse zu diagnostizieren (vgl. Abschnitt 3.1). Dazu greifen sie als Lerngelegenheiten methodisch auf zwei verschiedene Darbietungsformen zurück: einerseits auf transkribierte Bearbeitungsprozesse, andererseits auf videografierte Lernprozesse. Während die transkribierten Bearbeitungsprozesse die Grundlage für schriftliche Analysen in Einzelarbeit bilden, werden die videografierten Lernprozesse für Videoanalysen in Partnerarbeit genutzt. Für die beiden soeben vorgestellten Zugänge zu den Diagnoseprozessen von Studierenden (Struktur bzw. Nutzung fachdidaktischer Überlegungen) stellt sich somit jeweils die Frage, inwiefern sich Unterschiede zwischen der schriftlichen Analyse und der Videoanalyse als sogenannte Diagnoseanlässe zeigen und wie sich Prompts (im Sinne von Hinweisen oder Erinnerungen auf relevante Konzepte) zur Strukturierung der Diagnosen bzw. zu nützlichen fachdidaktischen Überlegungen im Rahmen unterschiedlicher Diagnoseaufträge zu den Videoanalysen auswirken. Die folgende Tabelle 6 listet vor diesem Hintergrund die für die beiden Forschungsschwerpunkte a) und b) weiter ausdifferenzierten Fragestellungen (F) auf.

Tabelle 6: Fragestellungen zu den beiden Forschungsschwerpunkten a) und b).

Forschungsschwerpunkt a) – Wie legen Studierende ihre Diagnostik strukturell an?	
F A – 1.1	Welche Komponenten eines Diagnoseprozesses (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz) lassen sich im Diagnoseprozess von Studierenden identifizieren? → Auftreten
F A – 1.2	Inwiefern werden die Komponenten entlang einer typischen Abfolge miteinander in Verbindung gesetzt? → Verbindung und Abfolge
F A – 2	Inwiefern unterscheidet sich die Struktur der Diagnosen (Auftreten und Verbindung der Komponenten) für schriftliche Analysen oder Videoanalysen als Diagnoseanlass?
F A – 3	Inwiefern unterscheidet sich die Struktur der Diagnosen (Auftreten und Abfolge der Komponenten) in Abhängigkeit von unterschiedlich ausführlich bzw. explizit gestalteten Prompts zu den Komponenten eines Diagnoseprozesses?

Forschungsschwerpunkt b) – Wie nutzen Studierende (fach-)didaktische Überlegungen in ihrer Diagnostik?	
F B – 1.1	Welche (fach-)didaktischen Überlegungen (Theorien, empirische Befundlagen, Konzepte) lassen sich im Diagnoseprozess von Studierenden identifizieren? Inwiefern werden dabei unterschiedliche Aspekte von Heterogenität ²⁵ thematisiert?
F B – 1.2	Inwiefern unterscheiden sich die im Rahmen der Diagnosen auftretenden (fach-)didaktischen Überlegungen zwischen schriftlichen Analysen und Videoanalysen als Diagnoseanlässe?
F B – 1.3	Inwiefern unterscheiden sich der Fokus der Diagnosen (wer/was wird betrachtet) bzw. die darin auftretenden (fach-)didaktischen Überlegungen in Abhängigkeit davon, ob im zu diagnostizierenden Lernprozess eine Lehrkraft beteiligt ist oder nicht?
F B – 2.1	Unter welchen Bedingungen nutzen Studierende explizit Theoriebezüge ²⁶ im Rahmen ihrer (fach-)didaktischen Überlegungen?
F B – 2.2	Inwiefern unterscheidet sich das Auftreten von expliziten Theoriebezügen beim Vergleich von Diagnoseprozessen mit und ohne Prompts zu nützlichen fachdidaktischen Überlegungen?
F B – 3	Werden in den Analysen seitens der Studierenden Querbezüge zwischen den beiden Disziplinen (Mathematik/Physik) hergestellt und wenn ja, wie sind diese gestaltet?

Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Kompetenzfacetten, die u. a. im Weinertschen Kompetenzbegriff betont werden (2001, S. 27; s. a. Kapitel 2), fokussieren die soeben beschriebenen Forschungsschwerpunkte ausschließlich auf den kognitiven Bereich (Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten) diagnostischer Kompetenz. Mit der übergeordneten Zielsetzung des Projektes, bei den Studierenden den Aufbau diagnostischer Kompetenz zu fördern, erscheint es in Anlehnung an Baumert und Kunter (2006) aber auch wichtig, weitere Kompetenzfacetten (u. a. motivational, emotional und volitional) in den Blick zu nehmen. Daher wird in einem dritten Forschungsschwerpunkt c) erfasst, *wie die Studierende die Relevanz von Diagnostik sowie ihre eigenen diagnostischen*

²⁵ Unter Heterogenitätsaspekten werden in der vorliegenden Arbeit Äußerungen verstanden, die sich mit einem Vergleich von Schüler*innen befassen. Diese können sich auf die unterschiedlichen Kompetenzfacetten der Weinertschen Kompetenzdefinition (kognitiv, motorisch, emotional, sozial, volitional; (2001)) beziehen.

²⁶ Theoriebezüge meinen explizite Verweise auf Definitionen und Konzepte fachdidaktischer Veranstaltungen oder empirischer Lehr-/Lernforschung.

Fähigkeiten erleben. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Ideen und Inhalte sollen u. a. dazu beitragen, die kognitive und emotional-motivationale Beteiligung der Studierenden in den Lehrveranstaltungen und deren Auseinandersetzung mit heterogenen Lernvoraussetzungen durch eine adressatengerechte Einbettung von Videoanalysen zu verbessern. Nur wenn die Studierenden die diagnostischen Inhalte in ihrem Professionalisierungsprozess als relevant identifizieren und sich thematisch sowie im Prozess als kompetent erleben, ist davon auszugehen, dass sie im Sinne des Weinert'schen Kompetenzbegriffs (2001, S. 27) neben kognitiven Fähigkeiten auch Bereitschaften zum Einsatz dieser Fähigkeiten aufbauen (volitionale Kompetenzfacette). Die folgende Tabelle 7 listet vor diesem Hintergrund die für den Forschungsschwerpunkt c) dahingehend weiter ausdifferenzierten Fragestellungen (F) auf.

Tabelle 7: Fragestellungen zum Forschungsschwerpunkten c).

Forschungsschwerpunkt c) – Wie erleben Studierende die Relevanz von Diagnostik sowie ihre eigenen diagnostischen Fähigkeiten?	
F C – 1.1	Welche Lerngelegenheiten und Inhalte werden von den Studierenden als besonders relevant eingeschätzt?
F C – 1.2	Wie erleben die Studierenden das in den Veranstaltungen verwendete Material in Bezug auf die Darbietungsform der Bearbeitungs- und Lernprozesse (Video vs. Transkript) und die Beteiligung einer Lehrkraft daran, unter Umständen sogar im Kontrast der physik- und mathematikdidaktischen Veranstaltung?
F C – 2.1	Wie verändert sich die Einschätzung der eigenen diagnostischen Fähigkeiten der Studierenden im Verlauf der beiden Lehrveranstaltungen?
F C – 2.2	Auf welche Schwierigkeiten ²⁷ stoßen die Studierenden im Rahmen ihrer diagnostischen Tätigkeiten?

Aus forschungsmethodischer Sicht stellen die soeben vorgestellten Ziele und Fragestellungen der Arbeit selbst auch eine Diagnostik dar: eine Diagnostik der Studierenden in ihrem Lernprozess zur Diagnostik (zwei Ebenen, auf denen Diagnostik in der

²⁷ Gemeint sind die von den Studierenden selbst wahrgenommenen und berichteten Schwierigkeiten (im Gegensatz zu den Schwierigkeiten, die aus Sicht Dritter im Rahmen einer Analyse z. T. interpretativ identifiziert werden).

Untersuchung adressiert wird: Diagnostik als Lerngegenstand *für* Studierende und Diagnostik, die *an* Studierenden betrieben wird). Vor diesem Hintergrund erlauben die einzelnen Forschungsfragen der drei Schwerpunkte jeweils zwei Arten von Diagnostik als analytische Zugänge (vgl. Abschnitt 2.1.3). Bei der Untersuchung kann einerseits auf einen spezifischen Zeitpunkt fokussiert werden (im Sinne einer Prozessdiagnostik), wenn bspw. die Struktur und der Inhalt *eines* Diagnoseprozesses beschrieben werden. Gleichzeitig ermöglichen der Aufbau und die Verzahnung der beiden involvierten Veranstaltungen die Untersuchung im Hinblick auf Entwicklungen der diagnostischen Prozesse durch den Vergleich der einzelnen Diagnosen entlang einer Veranstaltung bzw. über die Veranstaltungen hinweg (im Sinne einer Veränderungsdiagnostik; für eine Verlaufsdagnostik liegen nicht genügend vergleichbare Daten vor). Zusammenfassend kann das Forschungsvorhaben somit als dreidimensionaler Raum veranschaulicht werden, der von den drei Forschungsschwerpunkten zu unterschiedlichen Kompetenzfacetten, der Diagnoseart und dem Diagnostiker aufgespannt wird (vgl. Abbildung 8).

DIE DREI DIMENSIONEN DES FORSCHUNGSVORHABENS

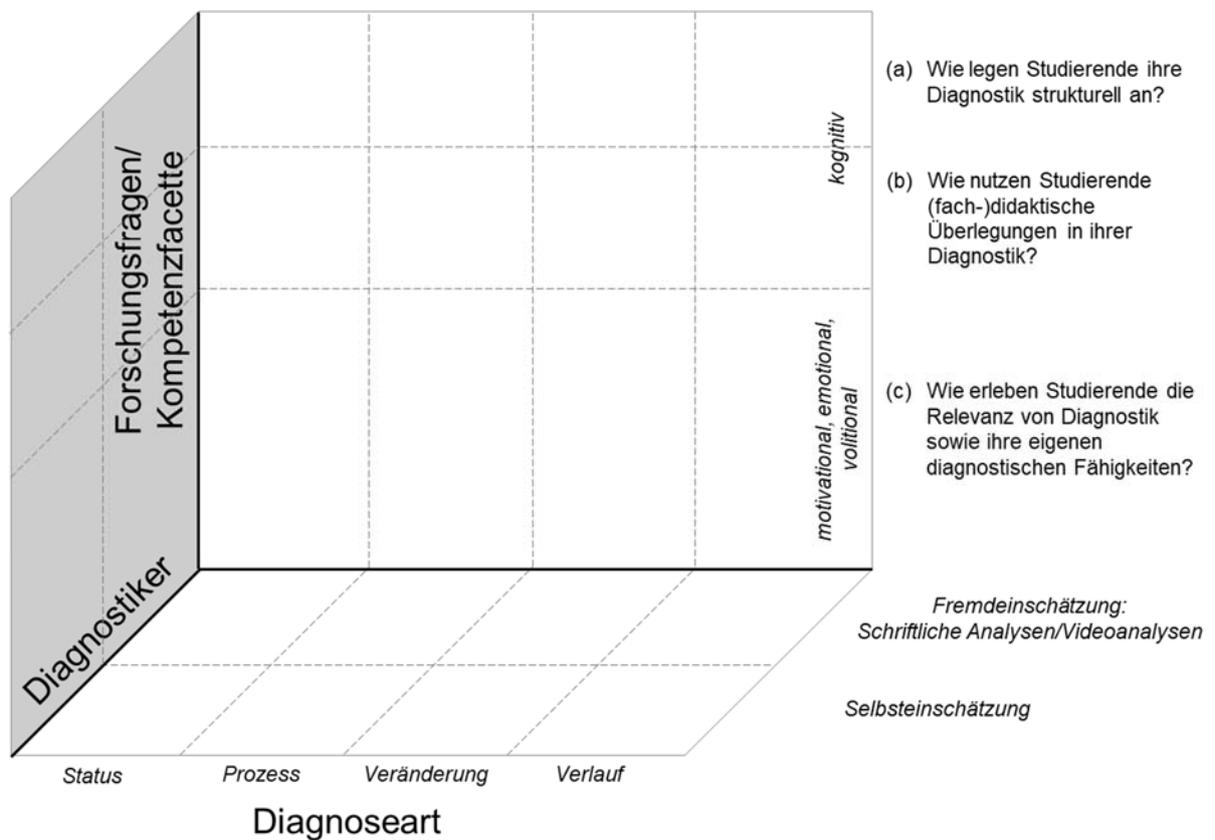


Abbildung 8: Darstellung des Forschungsvorhabens als dreidimensionaler Raum aus Forschungsfragen/Kompetenzfacette, Diagnoseart und Diagnostiker.

5 Anlage der Untersuchung

Die vorliegende Arbeit stellt, wie in Kapitel 4 bereits skizziert, eine explorative Untersuchung zu der Entwicklung diagnostischer Prozesse bei Lehramtsstudierenden der Fächer Mathematik und Physik in der ersten Ausbildungsphase dar, um daraus Hinweise auf den Aufbau diagnostischer Kompetenz abzuleiten. Die dazu erhobenen Daten basieren auf der fächerübergreifenden Verzahnung je einer Veranstaltungen der Mathematik- und Physikdidaktik zur Diagnose (und Förderung; vgl. Kapitel 3) und umfassen vor allem eine prozessbegleitende Videoerhebung sowie paper-pencil-Tests im Prä-Post-Design. Neben der detaillierten Darstellung der Entwicklung und Charakteristik der einzelnen Instrumente sowie deren Einsatz (Abschnitt 5.1) wird im Folgenden auch die Stichprobe ausführlich beschrieben (Abschnitt 5.2).

5.1 Beschreibung der Untersuchungsinstrumente

Im Rahmen der Untersuchung wurden mehrfach paper-pencil-Tests eingesetzt sowie Videodaten erhoben, um die Diagnoseprozesse sowie das Erleben der Studierenden zu erfassen. Ergänzt wurden diese zentralen Datenquellen um eine Interview-Erhebung und die Erfassung biografischer Daten. Abbildung 9 stellt die beiden Veranstaltungen dar und ordnet die eingesetzten Instrumente grob einen zeitlichen Verlauf ein.

Als Datenquellen greift die Untersuchung auf unterschiedliche Erhebungsinstrumente zurück: Fragebögen zur Selbsteinschätzung diagnostischer Fähigkeiten und der Relevanz von Diagnostik im Unterricht im prä-post-Design (FSE, vgl. Abschnitt 5.1.2), fortlaufende Videoaufzeichnungen von studentischen Kleingruppen (2-4 Personen) bei der Analyse videografiertes Schüler-Lernprozesse (VA, vgl. Abschnitt 5.1.4), schriftliche Analysen der Studierenden zu transkribierten Bearbeitungsprozessen von Schüler*innen im prä-post-Design (TA, vgl. Abschnitt 5.1.3) sowie abschließende fragebogenbasierte Gruppeninterviews zum Erleben von Diagnostik und den Veranstaltungsinhalten (vgl. Abschnitt 5.1.5). Außerdem wurden zu Beginn der Veranstaltungen jeweils biografische Daten der Studierenden erhoben, um die Stichprobe charakteristisch beschreiben zu können (vgl. Abschnitt 5.1.1 und Abschnitt 5.2).

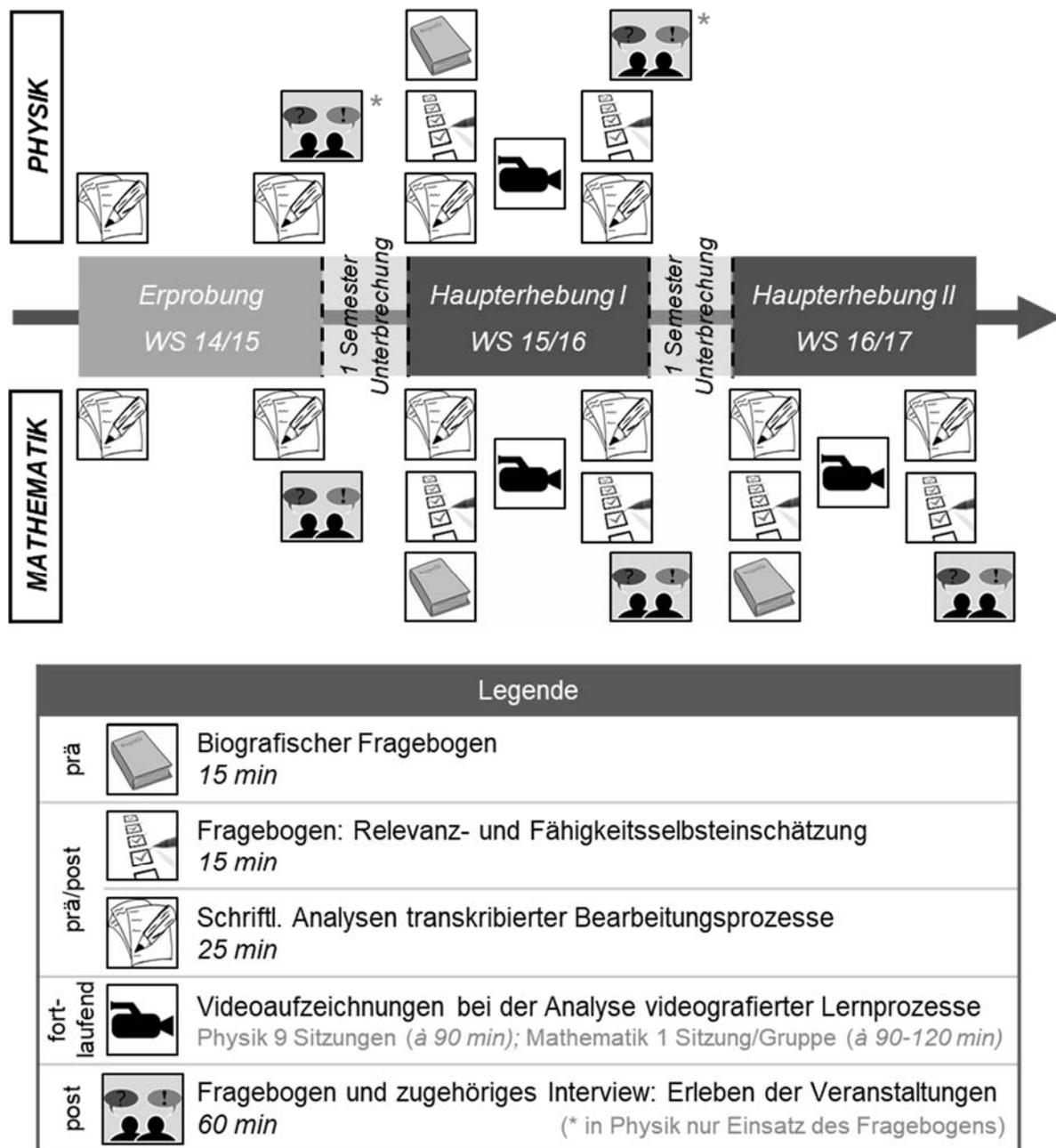


Abbildung 9: Übersicht über Einsatz, Art und Umfang der eingesetzten Instrumente.

Die Instrumente wurden im Rahmen mehrerer Erhebungsdurchgänge vom Wintersemester 2014/2015 bis zum Wintersemester 2016/2017 vollständig in die beiden Veranstaltungen integriert, wobei darauf geachtet wurde, dass sie nicht nur eine Funktion als Untersuchungsinstrument erfüllen, sondern von den Studierenden auch als Lerngegenstand wahrgenommen werden können (u. a. Sensibilisierung für unterschiedli-

che Dimensionen von Heterogenität sowie Anregung, über den eigenen Kompetenzstand vor und nach den Veranstaltungen nachzudenken; vgl. Vorstellung der einzelnen Instrumente). Die Erprobung wurde in erster Linie dazu genutzt, um mithilfe von schriftlichen Analysen (unmodifizierter) Transkriptvignetten (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017) und einer kleinen, interviewähnlichen Befragung der Studierenden zu ihrem Erleben der Veranstaltungen und ihrer Inhalte einen ersten Einblick in die Diagnoseprozesse von Studierenden zu erhalten sowie einen ersten Entwurf eines Kategoriensystems zur Analyse der studentischen Diagnosen zu entwickeln (vgl. Kapitel 6, Abschnitt 6.2.2). Daneben wurden die Daten dazu genutzt, um mit den Dozentinnen den gemeinsamen Theorierahmen inhaltlich weiter auszudifferenzieren und wechselseitig abzustimmen (vgl. Kapitel 2, Abschnitt 2.1.4). Außerdem sind die Erkenntnisse in die (Weiter-)Entwicklung der Untersuchungsinstrumente für die Haupterhebung geflossen (Konzeption von modifizierten Transkriptvignetten und diagnostischen Arbeitsaufträgen für die Videoanalysen, Fragebogenkonstruktion und Erstellung eines Interviewleitfadens).

Die Vorstellung der einzelnen Instrumente bezieht sich im Folgenden lediglich auf die Haupterhebungen, auf eine detaillierte Vorstellung der Erprobungsinstrumente wird verzichtet, wobei anzumerken ist, dass diese in ihrem Modus den vorgestellten Transkriptanalysen bzw. Interviews entsprachen, allerdings weniger umfangreich und inhaltlich weniger angereichert waren. In beiden Veranstaltungen kamen grundsätzlich die gleichen Instrumente zum Einsatz, auch wenn die Einbettung natürlich fachspezifisch erfolgte. Bei ihrer Konzeption wurde versucht, sie möglichst parallel anzulegen, um eine ökonomische Auswertung sowie eine gute Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

5.1.1 Biografischer Fragebogen

Um einen Eindruck über die Zusammensetzung der Stichprobe zu bekommen, wurde zu Beginn der beiden Veranstaltungen jeweils ein biografischer Fragebogen eingesetzt. Er orientierte sich an einer schriftlichen Befragung zur Evaluation des Praxissemesters in Hessen, die im Zuge dessen Einführung an der Universität Gießen genutzt wurde (Stöppler, Stecher & Wissinger, 2015). Er beinhaltet Fragen zum genauen Stu-

dieninhalt und -fortschritt, der Ausbildung, der Herkunft und Sprache, ggf. vorhandenen beruflichen Vorerfahrungen, Praxiserfahrungen als Lehrkraft oder ähnlichem sowie der Finanzierung des Studiums, die exemplarisch Tabelle 8 entnommen werden können (gesamter biografischer Fragebogen siehe Anhang B).

Tabelle 8: Auszüge aus dem biografischen Fragebogen.

	Fragenkomplex	Beispielfragen
biografischer Fragebogen	Studieninhalt und -fortschritt	<ul style="list-style-type: none"> – Welche Unterrichtsfächer studieren Sie? – Im wievielten Semester studieren Sie das jeweilige Fach (Fachsemester)? – War der Studiengang Lehramt mit Fach Physik/Mathematik Ihr Erstwunsch? – Welche fachdidaktischen Veranstaltungen haben Sie bereits belegt? – bisherige Notendurchschnitte in Fachwissenschaft und Fachdidaktik der studierten Fächer
	Ausbildung	<ul style="list-style-type: none"> – In welchem Jahr haben sie Abitur gemacht? – Haben Sie Physik/Mathematik in (der Q-Phase) der Oberstufe belegt? (Grund- oder Leistungskurs)
	Herkunft und Sprache	<ul style="list-style-type: none"> – Welche Staatsangehörigkeit(en) besitzen Sie? – Welche Sprache ist Ihre Muttersprache? – Welche Sprachen werden in Ihrer Familie gesprochen?
	berufliche Vorerfahrungen	<ul style="list-style-type: none"> – Verfügen Sie schon über ein abgeschlossenes Hochschulstudium? – Verfügen Sie schon über eine Berufsausbildung?
	Praxiserfahrungen als Lehrkraft oder ähnliches (außerhalb von Praktika)	<ul style="list-style-type: none"> – Haben Sie je Nachhilfe gegeben? – Haben Sie während des Studiums oder davor an einer Schule unterrichtet (außerhalb von Praktika)? – Welche anderweitigen praktischen (Lehr-)Erfahrungen mit Kindern (z. B. Freizeitgestaltung durch Jugendgruppen und Sporttraining) haben Sie bereits gesammelt?
	Finanzierung des Studiums	<ul style="list-style-type: none"> – Wie finanzieren Sie derzeit Ihren Lebensunterhalt? (Erwerbstätigkeit, BAföG, Unterstützung durch Eltern/Verwandte/(Ehe-)Partner/in, Kredit, Stipendium, angesparte eigene Mittel, Sonstiges)

Insgesamt wurden die Fragen eher offen formuliert, die Studierenden konnten kurze Freitextantworten geben und/oder im Sinne einer Multiple-Choice-Frage aus mehreren

„typischen“ Antwortmöglichkeiten auswählen (siehe Beispiele in Abbildung 10). Das Ausfüllen war für alle Teilnehmer*innen der Veranstaltungen verpflichtend – nicht jedoch die Abgabe (durfte nach dem Vorzeigen vernichtet werden, wenn nicht an der Untersuchung mitgewirkt werden wollte) – und wurde im Rahmen einer Hausaufgabe bearbeitet.

15. Haben Sie während oder vor dem Studium an einer Schule unterrichtet (außerhalb von Praktika)?		
<input type="checkbox"/>	Nein	
<input type="checkbox"/>	Ja, und zwar in [Fächer] _____	
a. Wie lange haben Sie unterrichtet?		
<input type="checkbox"/>	< 6 Monate	<input type="checkbox"/> 6 - 12 Monate <input type="checkbox"/> > 12 Monate
b. In welchem Umfang haben Sie unterrichtet? (Reine Unterrichtszeit in Schulstunden)		
<input type="checkbox"/>	1 -3 h pro Woche	<input type="checkbox"/> 3 -5 h pro Woche <input type="checkbox"/> > 5 h pro Woche
c. In welcher Schulstufe haben Sie unterrichtet? (Zwei Kreuze möglich)		
<input type="checkbox"/>	Sekundarstufe I	<input type="checkbox"/> Sekundarstufe II

Abbildung 10: Beispielfrage(n) aus dem biografischen Fragebogen.

5.1.2 Fragebögen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung

Wenn es, wie bereits mehrfach geschildert, darum geht, aus der Entwicklung der Diagnoseprozesse von Studierenden Hinweise zum Aufbau von Diagnose- und Förderkompetenz abzuleiten, sollten in Anlehnung an den von Weinert geprägten Kompetenzbegriff (2001, S. 27) neben der kognitiven Komponente auch die anderen Kompetenzfacetten in den Blick genommen werden. Dazu wurde in Anlehnung an die in Abschnitt 2.2.1 vorgestellte Modellierung diagnostischer Kompetenz ein Fragebogen entwickelt, der bei den Studierenden subjektive Einschätzungen ihrer diagnostischen Fähigkeiten sowie ihre Wahrnehmung der Relevanz der Lernangebote erhebt. Dies ist nicht zuletzt der Einbettung der Arbeit in das an der Verbesserung der Lehrerbildung interessierte Drittmittelprojekt geschuldet, in dem es auch um die Erhöhung der kognitiven und emotional-motivationalen Beteiligung der Studierenden durch eine adressa-

tengerechte Einbettung von Videoanalysen in die Lehrveranstaltung ging (vgl. Abschnitt 3.2). Damit sollte unter anderem erfasst werden, ob die Studierenden subjektiv einen Kompetenzzuwachs erleben und ob beispielsweise eine hohe Einschätzung der eigenen Fähigkeiten einen Einfluss auf die Bereitschaft zur Veränderung des eigenen Verhaltens hat (hohe Einschätzung eher hinderlich für das Interesse an Veränderung; vgl. Kang & Anderson, 2015).

Der Fragebogen lehnt sich an formulierte Standards zur diagnostischen Kompetenz an (KMK-Standards der Lehrerbildung; Standardmodell zur Wirksamkeit der Lehrerbildung von Oser; Standards diagnostischer Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften von Cappell; vgl. Tabelle 1 in Abschnitt 2.2.1) und greift in Teilen auf bereits bestehende Instrumente zur Erfassung der Selbsteinschätzung zurück (u. a. Meinhardt, 2018; Kauper et al., 2012). Da diese in der Regel aber für Lehrkräfte konzipiert wurden und zum Teil fachunspezifisch bzw. insbesondere unabhängig von den spezifischen Veranstaltungsinhalten waren, musste ihre Formulierung größtenteils angepasst werden. Dabei konnten zudem die Komponenten des Diagnoseprozesses berücksichtigt werden, auf die die Items teilweise, allerdings nicht systematisch zurückgreifen, sowie die dahinterliegenden (fach-)didaktischen Konzepte, Theorien und dokumentierten Befundlagen, die sich auf den inhaltlichen Gegenstand (das Diagnostizierte) beziehen und im Rahmen der Veranstaltungen von Bedeutung sind (alle entwickelten und eingesetzten Items inkl. Zuweisung, an welche Standards bzw. bereits bestehende Instrumente sie angelehnt sind, siehe Anhang C).

Der Einsatz des Fragebogens erfolgte im prä-post-Design zu Beginn und am Ende der jeweiligen Veranstaltung in nahezu identischer Fassung (zum Veranstaltungsende wurden jeweils ein allgemeines Item und vier Items zu den spezifischen Veranstaltungsinhalten ergänzt). Der Abschnitt zur Fähigkeitsselbsteinschätzung (FSE) besteht dabei aus fünf Skalen, die aus Sicht der Autorin zentrale inhaltliche Aspekte von Diagnose- und Förderkompetenz aufgreift. Die Relevanzeinschätzung (RE) setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Der erste Teil fokussiert auf die Relevanz von Diagnostik im Allgemeinen, wohingegen der zweite Teil einen sehr spezifischen Bezug zu den Veranstaltungsinhalten aufweist. Die Items, die auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „trifft überhaupt nicht zu“ (1) bis „trifft vollständig zu“ (5) beurteilt werden können, sind

dabei für beide Veranstaltungen analog formuliert, enthalten häufig aber auf Schlagwortebene den fachspezifischen Bezug (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Auszüge aus dem Fragebogen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung (S*S: Schülerinnen und Schüler).

	Skala	Beispielitem
FSE	Kenntnis Grundbegriffe: Faktenwissen über Diagnostik, Heterogenität und Förderung	Ich kann erläutern, in welcher Beziehung Heterogenität, Diagnose und Förderung zueinander stehen.
	Diagnostik: Kompetenzeinschätzungen, Identifikation von Präkonzepten	Ich fühle mich zum derzeitigen Zeitpunkt kompetent, den individuellen Lernstand einzelner S*S genau beschreiben zu können.
	Kompetenzorientierung: Berücksichtigung von Lernzielen, Bildungsstandards und Interessen der S*S	Ich traue mir zu, bei einer Aufgabe zu rekonstruieren, zum Aufbau welcher in den Bildungsstandards genannten Kompetenzen sie einen Beitrag leisten soll.
	Förderung: fundierte Anbahnung von Fördermaßnahmen oder Adaptionen	Ich kann mir eine Erklärung überlegen, die einer beobachteten Lernschwierigkeit begegnet.
	Reflexion: Kritische Auseinandersetzung mit Unterricht	Ich traue mir zu, unterrichtliches Vorgehen mithilfe didaktischer Theorien kritisch zu bewerten.
RE	Thematik: Relevanz von und Interesse an Diagnostik und Förderung	Das Thema „Diagnostik“ halte ich mit Blick auf mein späteres Berufsleben für besonders relevant.
	bisherige fachdidaktische Inhalte: Relevanz bisheriger Inhalte des Studiums	Die Kenntnis themenspezifischer Grund-/Schülervorstellungen ist für mein späteres Berufsleben besonders relevant.

Um die emotionale Belastung der Studierenden durch Befragungen in den Veranstaltungen und deren zeitlichen Aufwand auch hier möglichst gering zu halten, wurden die Fragebögen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung, wie schon der zur Biografie, im Rahmen einer Hausaufgabe ausgefüllt. Auch dies war für alle Veranstaltungsteilnehmer*innen verpflichtend (vorzeigen, dass er ausgefüllt wurde, hat für diejenigen, die nicht an der Untersuchung mitwirken wollten, gereicht), da das Instrument neben seiner eigentlichen Messfunktion das Potential besitzt, als weitere Lerngelegenheit zu fungieren, indem es die Studierenden dazu anregt, ihre eigene Kompetenzentwicklung in Bezug auf Diagnostik und Förderung zu reflektieren. Aus forschungsmethodischer Sicht ermöglicht es Einblicke in die erlebte Wirksamkeit der beiden Kurse.

Mithilfe psychometrischer und statistischer Auswertungen (vgl. Abschnitt 6.1) können einerseits die vielfältigen Anforderungen, die mit Diagnostik und Förderung verbunden sind, im Hinblick auf den erlebten Schwierigkeitsgrad für die Studierenden eingeschätzt werden. Andererseits liefert ein Vergleich der prä- und post-Daten Hinweise darauf, zur Weiterentwicklung welcher Fähigkeiten die beiden Veranstaltungen aus Sicht der Studierenden am deutlichsten beitragen. Vermittelt über die subjektive Einschätzung des eigenen Kompetenzzuwachses können daraus Rückmeldungen darüber abgeleitet werden, inwiefern die Inhalte der Kurse von den Studierenden als ertragreich erlebt werden. Gleichzeitig kann mittels der Daten aber auch aufgedeckt werden, was den Studierenden noch schwer zu fallen scheint. Diese Erkenntnisse sind besonders für die Förderung der Studierenden wichtig, da sie aufzeigen, welchen Anforderungen sich die Veranstaltungen bzw. universitäre Ausbildung im Allgemeinen noch intensiver widmen sollten.

5.1.3 Schriftliche Analysen transkribierter Bearbeitungsprozesse

Zu Beginn und am Ende jeder Veranstaltung wurden die Studierenden aufgefordert, im Sinne einer Kompetenzmessung in Einzelarbeit schriftlich einen transkribierten Bearbeitungsprozess zu analysieren. Es handelt sich dabei jeweils um eine modifizierte Vignette (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017) im Gesamtumfang von einer A4-Seite, die einen fachspezifischen Diskurs einer kleinen Schülergruppe (4-6 Schüler*innen) mit einer Lehrkraft dokumentiert und sich damit für eine Prozessdiagnostik anbietet (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2015). In Physik geht es in den Diskursen um das dritte Newtonsche Axiom aus der Mechanik, in Mathematik um das Beschreiben von Körpern und Figuren aus dem Themenfeld der Geometrie. Um im Rahmen des doppelten Einsatzes dieses Instruments Wiederholungseffekte zu vermeiden, wurde nicht zwei Mal dieselbe Vignette eingesetzt, sondern für den zweiten Einsatz auf den Diskurs der Schüler*innen zu einer leicht abgewandelten Aufgabe zurückgegriffen (siehe alle vier Vignetten in Anhang D und E).

Vor dem Hintergrund der Zielsetzung, die unterschiedlichen Zugänge von Studierenden zu einer Diagnostik zu erfassen, wurde zu Beginn der Analyse ein offener Arbeitsauftrag formuliert (vgl. Tabelle 10). Die Studierenden sollten notieren, was ihnen am Bearbeitungsprozess der Schüler*innen auffällt. Nach einer Bearbeitungszeit von ca.

15 Minuten erhalten sie einen inhaltlichen Impuls, der sie einerseits daran „erinnert“, aus welchen Schritten sich eine Diagnostik zusammensetzt und ihnen andererseits einen möglichen förderrelevanten Aspekt aus einer vorangegangenen Veranstaltung nennt, der betrachtet werden könnte (fachliche Angemessenheit und Schülervorstellungen in Physik, Stufen des Begriffslernens in Mathematik; vgl. die Vorstellung möglicher Analysekriterien in Kapitel 3; s. a. Tabelle 10). Um die Wirkung des Impulses im Rahmen der Auswertung untersuchen zu können (F B – 2.2.), wurden die Studierenden aufgefordert, mit einer anderen Stiftfarbe weiterzuarbeiten. Die Analyse wurde nach insgesamt 25 Minuten beendet und die von den Studierenden kommentierten Vignetten zur Aufbewahrung und Auswertung eingesammelt.

Tabelle 10: Zweistufiger Arbeitsauftrag der schriftlichen Analysen.

offener Arbeitsauftrag zu Beginn der schriftlichen Analyse	
Analysieren Sie das Transkript. Notieren Sie, was Ihnen an der Bearbeitung der Aufgabe auffällt. (15 min)	
Prompt nach 15 min	
Physik (10 min)	Mathematik (10 min)
Haben Sie an die <i>Schülervorstellungen der Mechanik</i> und die Komponenten des Diagnoseprozesses gedacht? Ergänzen Sie / setzen Sie die Analyse fort.	Haben Sie an die <i>Stufen des Begriffslernens</i> und die Komponenten des Diagnoseprozesses gedacht? Ergänzen Sie / setzen Sie die Analyse fort. (Erinnerung an Stufen einsehbar)
Zum zweiten Messzeitpunkt Erinnerung an Komponenten des Diagnoseprozesses	

Das zweistufige Vorgehen schließt den zunächst offenen Arbeitsauftrag und erwirkt eine Fokussierung, die erlaubt, zu erfassen, ob Studierende mit einer Einhilfe zu veränderten Diagnosen gelangen. Es begegnet damit den Schwierigkeiten eines rein offenen Arbeitsauftrages, bei dem die Studierenden von den Anforderungen der Wahrnehmung und Selektion einer Vielzahl an relevanten Aspekten oder aufgrund geringer Vorerfahrungen überfordert sein könnten. Gleichzeitig behebt es die Schwächen eines rein fokussierten Arbeitsauftrages, bei dem die Studierenden z. B zwar die im Transkript abgebildete Heterogenität der Schüler*innen in Bezug auf die fachlichen Vorkenntnisse bzw. die Stufung im Begriffslernen erfassen, gleichzeitig aber „übersehen“,

dass auch in Bezug auf soziale Dynamiken und das Erleben eigener Fähigkeiten förderrelevante Aspekte im Transkript enthalten sind, die unter Umständen sogar zusammenwirken.

Alle vier eingesetzten Transkripte basieren auf realen Unterrichtssituationen, wurden für die Erhebung aber gezielt entlang der in den Veranstaltungen thematisierten Kriterien (vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2) modifiziert. Um dies besser nachvollziehen zu können, werden im Folgenden exemplarisch Auszüge eines physik- und eines mathematikdidaktischen Transkripts vorgestellt, die die zentralen Ideen der Anreicherung mit förderrelevanten Aspekten vor dem Hintergrund von Ankerbeispielen beschreiben und veranschaulichen²⁸ (vgl. Tabelle 11 und 12). Insbesondere die stabilen Personenprofile, die typische Schülervorstellungen aufgreifen sowie die förderrelevanten Aspekte aus der motivational-sozialen Gruppe wurden nachträglich in die Transkripte eingearbeitet, die in Physik in seinen Grundzügen auf Vignette aus der Untersuchung von Viktoria Rath (2017) und in Mathematik auf Situationen eines LernWerkstatt-Vormittages eines vorausgegangenen Durchgangs basieren.

Tabelle 11: Auszug aus dem physikdidaktischen Transkript (Eingangsbefragung, Zeilen 38-69) inkl. einer Auflistung der Leitideen bei der Modifikation der Vignette.

Eine Gruppe von 6 Schüler*innen der 8. Klasse diskutiert mit einer Lehrkraft über folgende Fragestellung zu zwei miteinander kollidierenden Fahrzeugen: Wenn ein kleines Auto mit einem massiven LKW frontal zusammenstößt, welches Fahrzeug erfährt die größere Kraft? Welches Fahrzeug erfährt die größere Beschleunigung?	
modifiziertes Transkript	Leitideen der Abwandlung
[...] L: Also, fassen wir nochmal zusammen, was ham wir grade gesagt? Denkt mal ans dritte Newtonsche Axiom, was sagt das?	

²⁸ Für alle vier eingesetzten Transkriptvignetten existiert ein analytischer Erwartungshorizont. Zur weiteren Verwendbarkeit der Vignetten als Lerngelegenheit für Studierende in den Veranstaltungen werden diese im Rahmen der vorliegenden Arbeit allerdings nicht veröffentlicht, können bei Interesse aber bei Frau Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter bzw. Frau Prof. Dr. Katja Lengnink angefordert werden.

S5: Wenn beide mit der gleichen Geschwindigkeit fahren, dann ist's die gleiche Kraft, aber...	S5 zeigt (im Verlauf stabile) Vorstellung/Argumentation über die Geschwindigkeit; typische Schülervorstellung der Mechanik, dass Geschwindigkeit und Beschleunigung begrifflich nicht klar getrennt bzw. verwechselt werden (u. a. Wilhelm, 2005).
L: (unterbricht) Selbst, wenn sie nicht mit der gleichen Geschwindigkeit fahren.	Korrektur, dass Geschwindigkeit keinen Einfluss hat; Unterbrechung als negative Gesprächskultur.
S4: Aber eines hat doch mehr Gewicht.	S4 zeigt (im Verlauf stabile) Vorstellung/Argumentation über die unterschiedlichen Massen, die aus dem zweiten Newtonschen Axiom (Kraft proportional zu Masse und Beschleunigung) abgeleitet werden kann, welches bei dieser Fragestellung allerdings keine Relevanz hat.
S5: Masse, du Vollpfosten! Sollen doch immer Masse sagen.	Beleidigung als negative Gesprächsstruktur; Ergänzung einer konzeptuellen Formulierung (Konzeptualisierungsniveau ERB a), die aber statt aus fachlicher Perspektive mit dem Erfahrungsbezug aus dem Unterricht im Sinne einer eingeübten Sprechweise (Masse=Gewicht) begründet wird.
L: Genau.	
S4: Also übt es 'ne größere Kraft auf den kleineren aus.	S4 zeigt (im Verlauf stabile) Vorstellung/Argumentation über die unterschiedlichen Massen.
S3: Oh, ich hab's! Es wär das gleiche ..?.. [unverständlich]. Sie ham die gleiche Kraft.	Positives Kompetenzerleben; S3 aber eher als schwacher Schüler angelegt, der hier nur die Äußerungen des leistungsstarken S2 nachspricht (vgl. Z. 31-37).
L: Würden sie die gleiche Kraft erfahren?	
S2: Ja.	S2 fachlich leistungsstark, ist (im Verlauf stabil) in der Lage, das dritte Newtonsche Axiom zur Beantwortung der Frage zu nutzen (s. a. Z. 31/32).
S1: Nee, wie'n das?	

S6: Man, weil halt! Kannste unserm Brain hier schon glauben!	S6 (im Verlauf stabil) genervt, ungeduldig und desinteressiert (s. a. Offtask Z. 12/13), keinerlei Beteiligung an der Aushandlung der Aufgabe bzw. inhaltliche Redebeiträge; rauer Umgangston; spricht S2 fachliche Autorität zu.
S4: Aber die ham doch andere Massen! $F=m \cdot a$, also F unterschiedlich.	S4 bleibt bei (im Verlauf stabiler) Argumentation über Masse, beruft sich auf nicht relevantes zweites Newtonsches Axiom.
S5: Raff ich net. (zu S2 und S3:) Könnt ihr's mir nochmal erklären? Warum sind die Kräfte gleich groß?	Negatives Erleben aufgrund Verständnisschwierigkeit; statt Frustration und Desinteresse allerdings Frage nach erneuter Erklärung als Bemühen um Verständnis, Motivation.
S2: (zu S5:) Wegen Newton 3: bei zwei Körpern, die üben immer wechselseitig Kräfte aufeinander aus. S5: Ach so. [...]	S2 (im Verlauf stabil) leistungsstärkster Schüler des Ausschnitts, Verständnis des Zusammenhangs (Konzeptualisierungsniveau ERB b); zudem kollegial und ausgeprägte Hilfskultur trotz fachlicher Überlegenheit, auch wenn Erklärung nur auf formaler Ebene gelingt.

Tabelle 12: Auszug aus dem mathematikdidaktischen Transkript (Abschlussbefragung, Zeilen 44-62, 67-86) inkl. einer Auflistung der Leitideen bei der Modifikation der Vignette.

Drei Schüler*innen der 5. Klasse sitzen im Rahmen einer Stationenarbeit gemeinsam an einem Tisch. Im vorangegangenen Unterricht wurden verschiedene zweidimensionale Figuren und deren Merkmale erarbeitet und auf Plakaten zusammengestellt. Auf dem Tisch liegen nun Fühlsäckchen, in denen jeweils eine ebene Pappfigur ist. Eine Lehrkraft sitzt bei den Schüler*innen. Die Kinder sind abwechselnd an der Reihe. Sie sollen die in den Säckchen befindlichen Pappfiguren erfühlen und ihren Mitschülern fachsprachlich beschreiben, damit sie sie benennen können. Ist die Figur aus Sicht des beschreibenden Kindes richtig benannt, wird die Pappfigur aus dem Säckchen gezogen und die Benennung überprüft.	
modifiziertes Transkript	Leitideen der Abwandlung
[...] L: So, was ist jetzt euer Ergebnis? Was habt ihr herausgefunden, was der Unterschied zwischen dem Drachen und der Raute ist?	Abzielen auf Stufe des integrierten Begriffsverständnisses.

S2: Also bei der Raute sind alle Seiten gleich lang.	S2 (im Verlauf stabil) in der Lage, Figuren auf der Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses zu beschreiben, allerdings häufiges Auslassen einzelner charakteristischer Eigenschaften.
S1: Ja und beim Drachen sind die zwei gegenüberliegenden gleich.	S1 beschreibt Figuren (im Verlauf stabil) auf der Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses, bezüglich der zielsicheren Identifikation und Charakterisierung der Figuren allerdings noch unsicher.
S2: Und bei der Raute sind die auch immer parallel (zeigt am Drachen auf die gegenüberliegenden Seiten).	S2 (im Verlauf stabil) in der Lage, Figuren auf der Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses zu beschreiben, Ergänzung zur vollständigen Beschreibung der Raute, wie zuvor auf der Ebene des inhaltlichen Begriffsverständnisses; Querbezug Konzeptualisierungsniveau ERB a (allgemeine Formulierung eines Konzepts - „immer“);
L: Also jetzt nochmal für alle: bei der Raute sind alle Seiten gleich lang und bei dem Drachen sind je zwei Seiten nebeneinander gleich lang, also hier die und hier die (zeigt an der Pappfigur). Alle mitbekommen?	Zusammenführung im Sinne des von der Lehrkraft intendierten integrierten Begriffsverständnisses erfolgt nicht, Aufgreifen der von den Schüler*innen adressierten Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses.
S3: Ja, jetzt bin ich dran! (greift sich ein neues Säckchen) Mh, ich weiß nicht (blickt zu L).	S3 schüchtern und zurückhaltend, geringes Selbstkonzept, aber an Aufgabe interessiert, enthusiastisch; Außenseiter gegenüber dem eingespielten Team aus S1 und S2.
S1: Lass mich mal! (greift mit in das Säckchen, an S2 gerichtet) Also, wenn du ein Dreieck verdoppelst. Was dann da rauskommt. [...]	S1 und S2 schließen S3 aus; S1 wechselt von der Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses (Beschreibung von Eigenschaften) zu einer eher pragmatischen, enaktiven Handlungsbeschreibung, (im Verlauf stabile) Unsicherheit bei der zielgerichteten Nutzung der Fachsprache.
[...]	
S3: Aber guck mal, wenn das so liegt (dreht eine Raute von der Spitze auf eine Kante), dann sieht das aus wie ein Parallelogramm!	S3 arbeitet (im Verlauf stabil) enaktiv mit den Figuren, rein verbale Beschreibung gelingt ihm nicht; Haus der Vierecke implizit als Anknüpfungspunkt im Hinblick auf ein integriertes Begriffsverständnis.
L: Okay. Was meinen die anderen?	

S1: (überlegt kurz) Nein!	prinzipielle Ablehnung der Beiträge von S3, (im Verlauf stabiler) Ausschluss.
L: Nein? Warum ist die Raute kein Parallelogramm? S1: Weil ..?.. Das wär ja hier länger als da (zeichnet Parallelogramm auf den Tisch und zeigt auf die anliegenden Seiten der gedachten Figur). L: Ist das denn so wichtig, wie lang die Seiten sind in einem Parallelogramm? S1: Ich glaub schon. L: Ehm, was ist denn das aller wichtigste beim Parallelogramm? S2: Dass die parallel sind. L: Dass die Seiten parallel sind, genau! 4s Das ist es doch bei der Raute auch, oder? 7s Vielleicht ist's einfach beides zusammen?	Zielsetzung integriertes Begriffsverständnis für Raute und Parallelogramm; (im Verlauf stabile) Argumentation von S1 und S2 über Eigenschaften (Stufe des inhaltlichen Begriffsverständnisses), wobei S2 fachlich etwas leistungsfähiger ist, da er rein verbal operiert, während S1 häufig noch auf die enaktive Handlung mit den Figuren zurückgreift.
S3: Es ist ein Rautenparallelogramm!	
S2: Rautenparallelogramm! (Lacht zusammen mit S1)	Diskriminierung, (im Verlauf stabiler) Ausschluss und Ablehnung von Beiträgen von S3.

Zum Abschluss der Vorstellung der schriftliche Transkriptanalysen soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, dass deren Einsatz neben der soeben beschriebenen Erhebungsfunktion, die diese vordergründig erfüllen, gleichzeitig ein gewisses Potential als ergänzende Lerngelegenheit *für* Studierende hat. Durch die vielfältigen, förderrelevanten Aspekte, die in die Transkripte eingebaut wurden, bilden sie unterschiedliche Facetten der Heterogenität der Schüler*innen ab, sodass sie trotz Erhebungscharakter ganz im Sinne des übergeordneten Verbundprojekts (vgl. Kapitel 3) als Lerngelegenheiten zur Sensibilisierung für heterogene Lerngruppen fungieren können.

Doch auch der Analyseprozess selbst kann mithilfe der schriftlichen Transkriptanalysen noch einmal in den Fokus gerückt werden. In der physikdidaktischen Veranstaltung wurde beispielsweise nach ungefähr zwei Drittel des Kurses die eingesammelte Bearbeitung der ersten Vignette noch einmal ausgeteilt, um bei den Studierenden die eigene Analyse zum Gegenstand der Betrachtungen zu machen. Die Vignette, die damit von einer modifizierten, fremden Vignette in eine reale, eigene Vignette übergeht (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017), sollte sie dazu anregen, ihren eigenen Lernprozess

zur Nutzung von diagnostischen Kriterien zu hinterfragen und einen potentiellen Kompetenzzuwachs in Bezug auf Diagnostik wahrzunehmen, dabei ggf. aber auch sensibel für Beschränkungen einer stark auf festgesetzten Kriterien basierenden Diagnostik zu werden. In Gruppen mit einem vertrauensvollen und fehlertoleranten Klima könnte der Arbeitsauftrag sogar noch insofern erweitert werden, als dass die Studierenden aufgefordert werden, ihre unterschiedlichen Zugänge zum Transkript zu vergleichen, um nicht nur die Heterogenität der Schüler*innen zu diskutieren, sondern auch die ihrer eigenen Arbeitsprozesse. An dieser Stelle zeigt sich aber erneut die Wichtigkeit eines Wechsels der Transkriptvignetten: die soeben beschriebenen ergänzenden Arbeitsaufträge generieren die forschungsmethodische Schwierigkeit von Übungseffekten. Der reflektierende Umgang mit der ersten Transkriptvignette war also ein weiterer Grund dafür, die Vignette für den zweiten Messzeitpunkt abzuwandeln, um Mitnahmeeffekte aus der lernrelevanten Auseinandersetzung zu vermeiden.

5.1.4 Videoaufzeichnungen studentischer Diskurse bei der Analyse von videografierten Lernprozessen

Wie in Kapitel 3 bereits ausführlich beschrieben wurde, setzen die beiden untersuchten Lehrveranstaltungen methodisch an strukturierte Lerngelegenheiten im Sinne des fallbasierten Lernens anhand der Analyse von Schüleraussagen und Unterrichtsvideos an (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017). Vor diesem Hintergrund geht es im Rahmen der vorliegenden Arbeit darum, mithilfe von Prozessdiagnostiken differenziert die situativ vorliegenden Kompetenzen der Studierenden aufzuschlüsseln (Nutzung der angebotenen Prozesskomponenten sowie (fach-)didaktischen Theorien und Konzepte, Entwicklung diagnostischer Fähigkeiten). Videoaufzeichnungen haben gegenüber unmittelbarer Beobachtungen dabei u. a. den Vorteil, dass die Daten beliebig häufig angeschaut und unter Nutzung geeigneter Analysesoftware im Hinblick auf die Vielfalt von Analyse Kriterien bzw. Kompetenzfacetten untersucht werden können (u. a. Riegel, 2013). An dieser Stelle bieten sie sich nicht zuletzt an, da durch die Bearbeitung in Gruppen von zwei (Physikdidaktik) bzw. vier bis sechs (Mathematikdidaktik) Personen (vgl. Beschreibung der Veranstaltungskonzepte in Abschnitt 3.2.2 bzw. 3.2.2) unter den Studierenden inhaltlich gehaltvolle Diskurse über ihre Eindrücke und diagnostischen Einschätzungen entstehen können.

Zur Dokumentation der Videoanalysen der Studierenden wurde ein Teil der verfügbaren Computerplätze, an denen die Videovignetten analysiert wurden, mit Mikrofonen ausgestattet und die Arbeitsprozesse per Video aufgezeichnet (8 Plätze in Physik, 2 Plätze in Mathematik; vgl. Abbildungen 11 und 12). Die Aufzeichnung erfolgte dabei stirnseitig, sodass zwar die Personen der Gruppe, nicht aber die bearbeiteten Vignetten auf dem Bildschirm im Material zu sehen sind. Das Mikrofon wurde mittig am oberen Rand des Computerbildschirms befestigt. Durch diese Anordnung wurde trotz gleichzeitiger Diskussion zahlreicher Gruppen eine störungsfreie und gut verständliche Aufzeichnung ermöglicht.

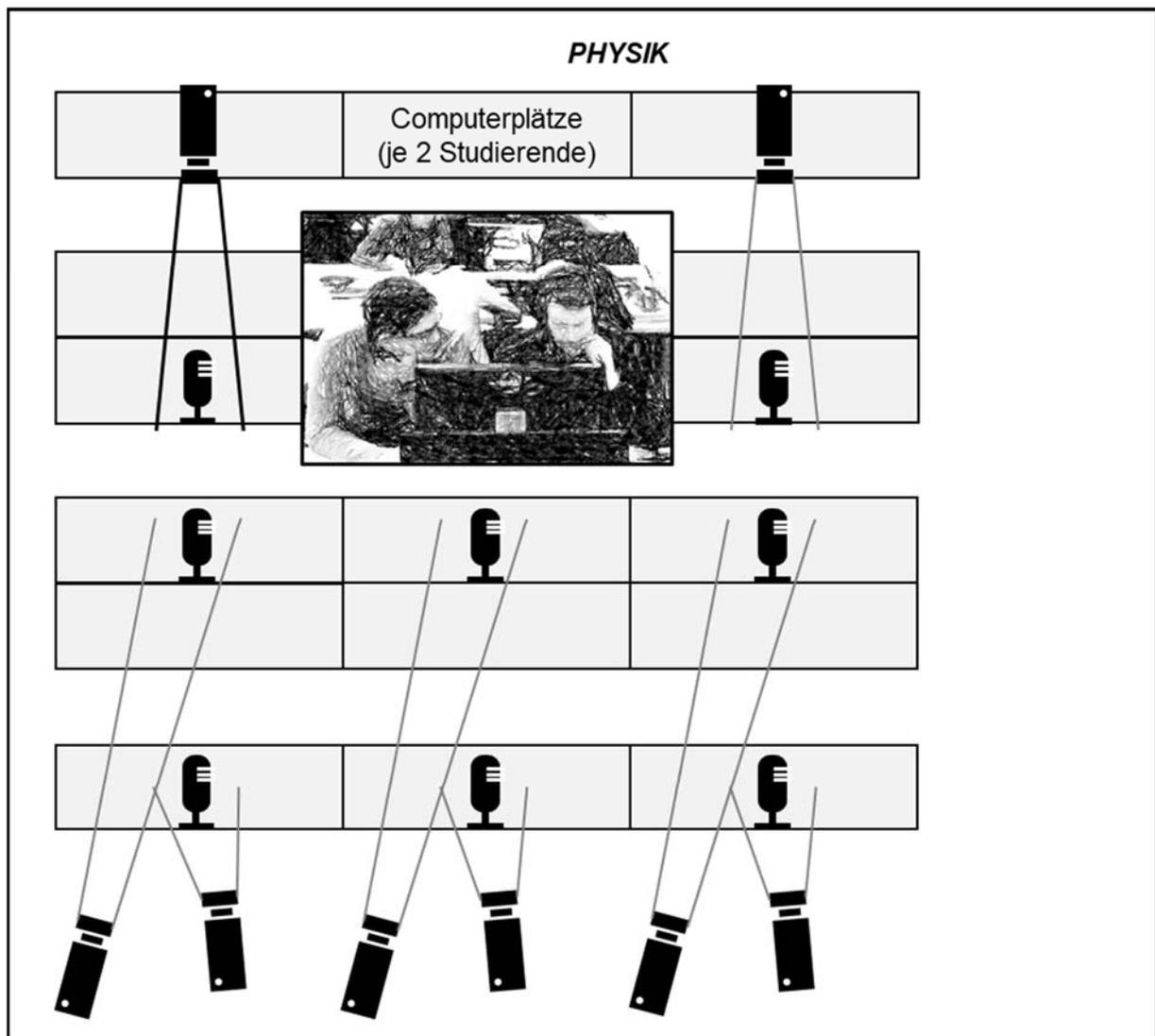


Abbildung 11: Raumaufteilung und Kamerapositionen in der physikdidaktischen Veranstaltung.

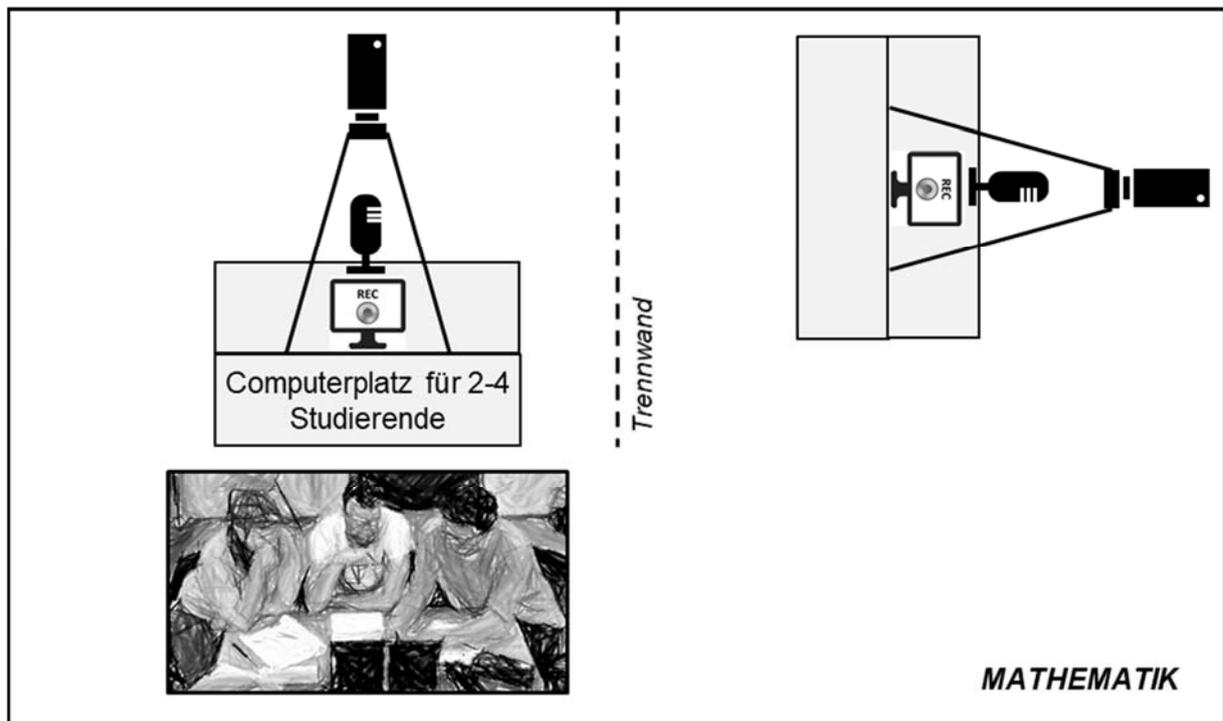


Abbildung 12: Raumaufteilung und Kamerapositionen in der mathematikdidaktischen Veranstaltung.

Um sowohl einen ungestörten Veranstaltungsablauf, als auch eine reibungslose Datenaufnahme mit vergleichbaren Diskursen zu gewährleisten (Veränderungsdiagnostik, vgl. v. Aufschnaiter et al., 2015), erfolgten die Videoaufzeichnungen in stabilen Gruppenzusammensetzungen jeweils über die vollständige Sitzung, obwohl die Diagnoseprozesse der Studierenden häufig nur einen gewissen Teil der Zeit einnahmen (die erste Gruppenfindung war jeweils den Studierenden überlassen). Für die mathematikdidaktische Veranstaltung liegen zudem Bildschirmaufzeichnungen vor, da die Lernprozesse, auf die die Studierenden in ihren Analysen Bezug nehmen, den zuvor gestalteten Lernumgebungen entstammen und daher gruppenspezifisch und der Autorin auch aufgrund ihres großen Umfangs größtenteils unbekannt waren. Insgesamt ergibt sich so ein für die Auswertung durch die Autorin der Arbeit relevantes Videomaterial im Umfang von bis zu 7,5 Stunden pro Gruppe (das vorgesehene Zeitfenster zur Analyse von 90 Minuten in der mathematikdidaktischen Veranstaltung war bei Bedarf und Interesse auf 120 Minuten ausweitbar), dessen Aufteilung auf die einzelnen Sitzungen Tabelle 13 entnommen werden kann (ausführlichere Beschreibung des Inhalts der Videovignetten in Abschnitt 3.2.1 bzw. 3.2.2).

Tabelle 13: Übersicht über die Verortung, Reihenfolge und Dauer der eingesetzten Videovignetten (VV) sowie die den Studierenden zur Verfügung gestellten Zeit für die Videoanalysen (VA).

PHYSIK			
Sitzung	Gegenstand Videovignette	Gesamtdauer VV (min)	Zeitfenster VA (min)
2	Schülerinterviews zu Bewegungen und Kräfte	5,5	40
3		2	30
4		12	50
5	Lerneinheit zu Stromkreisen in unterschiedlichen Klassen/Schulformen	15	25
6		15	35
7		30	30
9	Lerneinheit zum 0. Hauptsatz der Wärmelehre	29	45
11	Argumentationsaufgabe zum Schmelzen von Schneemännern	14,5	25
13	Ausschnitte eines 90-minütigen Unterrichtseinstiegs zum Pendel	26	50
MATHEMATIK			
Sitzung	Gegenstand Videovignette	Gesamtdauer VV (min)	Zeitfenster VA (min)
7-10	Durchführung der eigenen Lern- umgebung zur Stochastik	bis zu 6 Mal 180	jeweils 90-120

In den Veranstaltungen werden die Studierenden z. T. explizit aufgefordert, die in Abbildung 1 (siehe Abschnitt 2.1.4, S. 23) vorgestellte Modellierung des Diagnoseprozesses zu nutzen (Sichten der Daten (S), Deutungen sowie diese stützenden Beobachtungen (B/D), Ursachenforschungen (U) und Formulierung von Konsequenzen (K)). Dies wird im Folgenden anhand zweier exemplarischer Arbeitsaufträge veranschaulicht (vgl. Tabelle 14). Daraus ergeben sich drei zentrale inhaltliche Dimensionen, die nicht nur zur Strukturierung der Arbeitsaufträge, sondern auf übergeordneter Ebene auch zur Operationalisierung und Beschreibung der diagnostischen Prozesse der Studierenden und deren Entwicklung genutzt werden können (vgl. Abschnitt 6.2.2 – Entwicklung und Beschreibung des Kategoriensystems): Auf welche Komponenten des Diagnoseprozesses greifen die Studierenden zurück, welchen Fokus nehmen sie ein und welche Kriterien werden für die Analyse genutzt (Beobachterrekonstruktion) bzw. von den Studierenden expliziert?

Tabelle 14: Exemplarische Arbeitsaufträge für die Videoanalysen (*kursiv und unterstrichen*: Kriterien aus den Lehrveranstaltungen als Referenz; in grau: Aufforderung zur Sichtung der Daten (S), Beobachtung (B), Deutung (D), Ursachenforschung (U), Formulierung von Konsequenzen (K) und Beschreibung von konkreten Fördermaßnahmen (F) als Veranschaulichung der relevanten Komponenten im Diagnoseprozess; S*S: Schülerinnen und Schüler).

Arbeitsauftrag Physikdidaktik aus den Sitzungen 2-4

(fokussierte Aufgaben zu realer, fremder Vignette; vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017)

Gegenstand der Analyse: Schülerinterviews zur Erfassung von deren Ideen und Vorstellungen zu Kräften bei Bewegungen

-
1. Welches *Verständnis* von Kraft können Sie anhand der Aussagen (und des Verhaltens) der Schülerin/des Schülers rekonstruieren? (B/D)

 2. Gibt es Fragen, die Sie stellen könnten/müssten, um das *Verständnis* besser rekonstruieren zu können? (D/K)

 3. Was könnten Gründe dafür sein, dass der/die Schüler/in bestimmte physikalische Ideen (noch nicht) verstanden hat? (U)

 4. Was müsste der/die Schüler/in besser verstehen? Beschreiben Sie so genau wie möglich! (K)

 5. (binnendifferenzierender Zusatz) Wie würden Sie als Lehrkraft unterstützen, dass der/die Schüler/in den Sachverhalt besser versteht? Beschreiben Sie möglichst genau! (F)

Arbeitsauftrag Mathematikdidaktik zur Reflexion der eigenen Lernumgebung
(fokussierte Aufgaben zu realer, eigener Vignette; vgl. v. Aufschnaiter et al., 2017)

Gegenstand der Analyse: eigene Unterrichtssequenzen aus der LernWerkstatt

-
1. Schauen Sie die Videos zunächst basierend auf Ihren Erinnerungen aus dem LernWerkstatt-Vormittag an. Suchen Sie einige (ca. 3) interessante Stellen aus, die Sie unter dem Schwerpunkt „Diagnose und Förderung“ im Folgenden analysieren wollen. (S) Achten Sie dabei auf
 - die Schülervorstellungen,
 - Kompetenzentwicklung,
 - Lernschwierigkeiten und Lernmöglichkeiten (wie etwa Sprache) und
 - die Heterogenität in der Gruppe.
 Sie dürfen sich auch Notizen zu Ihrem Verhalten und der Interaktion machen, auch zu Ihren Lernanlässen und Arbeitsmaterialien. Der Schwerpunkt soll aber auf dem Lernen der S*S liegen.
-

2. Suchen Sie sich nun einen Schwerpunkt von a) bis c) aus und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
 - a) Welche Schülervorstellungen zeigen sich im Verlauf des Vormittags? Inwiefern passen diese zu den fachlich intendierten Grundvorstellungen? Geben Sie Beispiele an und beschreiben Sie diese mit fachdidaktischem Vokabular. (B/D)
 - b) Welche inhaltlichen und allgemein mathematischen Kompetenzen bauen die S*S im Verlauf des Vormittags auf? Woran machen Sie das im Einzelnen fest? Entspricht das den von Ihnen im Vorfeld formulierten Kompetenzerwartungen? (B/D)
 - c) Welche Lernschwierigkeiten und welche gelungenen Lernmöglichkeiten gab es im Verlauf des Vormittags? Nennen Sie Beispiele. (B/D) Worin bestanden die Schwierigkeiten und wie könnten sie zustande gekommen sein? (U) Wieso sind bestimmte Lernmöglichkeiten gelungen? (U) Hier würde auch die Sprache der Lernenden ihren Platz finden.
 3. Nehmen Sie nun einen übergreifenden Blick in Bezug auf die Heterogenität der S*S ein.
 - a) Worin zeigt sich die Heterogenität? Geben Sie Merkmale an. (B/D)
 - b) Beschreiben Sie anhand einer Videosequenz (können auch mehrere Stücke sein), welche Unterschiede sich in Bezug auf das fachliche Lernen bei den Kindern zeigen. (B/D)
 - c) Welche Ansatzpunkte ergeben sich daraus für eine weitere Förderung? Erläutern und begründen Sie Ihre Ansätze fachdidaktisch. (K)
-

In Bezug auf die Arbeitsaufträge der physikdidaktischen Veranstaltung sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass diese sich entlang der Anleitung des Diagnoseprozesses deutlich unterscheiden. Während der in Tabelle 14 exemplarisch dargestellte Arbeitsauftrag für die Sitzungen zu Bewegungen und Kräften die Komponenten zwar nicht expliziert, aber deutlich mithilfe von Leitfragen adressiert, enthalten die Arbeitsaufträge zu den Themenfeldern Stromkreise und Wärmelehre keinerlei Hinweise auf die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Tabelle 15). Die zugehörigen Arbeitsaufträge adressieren allgemein eine Analyse und fokussieren eher auf den zu diagnostizierenden Gegenstand in Form verschiedener Kriterien und (fach-)didaktischer Konzepte. Der letzte Arbeitsauftrag zur Sitzung zum Pendel greift dagegen wieder deutlicher und auch explizit unterschiedliche Komponenten des Diagnoseprozesses auf, leitet die Studierenden aber nicht so detailliert an, wie der Arbeitsauftrag zu den Bewegungen und Kräften (vgl. Tabelle 15).

Tabelle 15: Beispiele für die unterschiedlich ausgeprägte Anleitung des Diagnoseprozesses in den diagnostischen Arbeitsaufträgen der physikdidaktischen Veranstaltung.

exemplarischer Arbeitsauftrag zum Themenfeld Stromkreise

Diagnostische Aufgabe: Nur Deutung (entlang Beobachtung)

Markieren Sie im Transkript alle Aussagen/alles Verhalten, die/das auf eine fachliche Kenntnis hindeuten/hindeutet in grün (oder in einer anderen Farbe). Nicht markieren sollen Sie die Formulierung von Beobachtungen („Die Lampe leuchtet jetzt.“). Markieren Sie alle auftretenden Probleme in rot (bzw. einer anderen Farbe als grün).

exemplarischer Arbeitsauftrag zum Themenfeld Wärmelehre

1. Schauen Sie das Video an und markieren Sie am Transkript alle **Kenntnisse**, die sich auf den **0. HS** beziehen (wenn Ihnen punktuell was „durch die Lappen geht“, macht das nichts). Halten Sie das Video möglichst selten und nur kurz an.
 2. Weisen Sie anschließend zu, bei welchen Kenntnissen zum 0. HS es sich um **Kenntnisse zu Fällen (F)** und bei welchen es sich um **Konzepte (K)** handelt. Es ist nicht schlimm, wenn Sie nicht bis zum Ende des Transkriptes kommen.
 3. „Passt sich an“ taucht relativ häufig auf: Verhalten sich die Schüler*innen immer „richtig“ in Bezug auf diese Kenntnis? Wird die Kenntnis überwiegend vor oder nach zugehörigen Versuchen geäußert?
-

Arbeitsauftrag zum Pendel

1. Videos schauen und Beobachtungen knapp notieren.
 2. Beobachtungen mit Kriterien aus LV (ggf. auch Aspekte aus D01) deuten.
 3. Prüfen, ob sich Hinweise aus 1./2. für den selbst geplanten Unterricht ergeben (→ Förderung).
-

Die wenig spezifische bis nicht vorhandene Anleitung in Bezug auf die Komponenten des Diagnoseprozesses zu den Themenfeldern Stromkreise und Wärmelehre ist der Tatsache geschuldet, dass mithilfe dieser Videovignetten die Konzeptualisierungsniveaus als möglicher diagnostischer Gegenstand erarbeitet wurden. Der inhaltliche Fokus dieser Sitzungen liegt somit mehr auf den in den Diagnosen genutzten (fach-)didaktischen Überlegungen (Forschungsschwerpunkt b) als auf dem Diagnoseprozess selbst (Forschungsschwerpunkt a). Diese Anmerkung ist insofern hoch relevant, als dass im Zuge der Auswertung die einzelnen Diskurse im Hinblick auf die Struktur, also das Auftreten der unterschiedlichen Komponenten, untersucht werden (F A – 3): Das Vorhandensein einer mehr oder weniger expliziten Aufforderung, bestimmte Komponenten zu berücksichtigen, kann einen Einfluss auf deren Auftreten haben und muss damit bei der Interpretation der Daten aus den verschiedenen Sitzungen beachtet werden.

5.1.5 Interviews

Im Anschluss an die mathematikdidaktische Veranstaltung wurde mit den Studierenden ein leitfadengestütztes Interview durchgeführt, das auf einem kurzen Fragebogen basiert. Es soll den Studierenden die Gelegenheit zu einer strukturierten, veranstaltungsbezogenen Rückmeldung geben und fokussiert auf das Erleben der Studierenden im Hinblick auf die Veranstaltungen. Hierbei steht insbesondere auch das Zusammenwirken der physik- und mathematikdidaktischen Veranstaltung aus Sicht derjenigen Studierenden, die beide besucht haben, im Fokus. Damit dient es in erster Linie der Evaluation der beiden Veranstaltungen und der implementierten Inhalte im Zuge der Kooperation von Physik- und Mathematikdidaktik, was mehr ein Entwicklungsziel im Kontext des Verbundprojektes ist und nur sekundär zum Forschungsanliegen dieser Arbeit beiträgt (Forschungsschwerpunkt c, Erleben und Relevanz von Diagnose und Förderung). Dementsprechend wurde es überwiegend zur Berichterstattung an die Verbundpartner und die Deutsche Telekomstiftung genutzt und konnte, auch aufgrund der großen Datenmenge und den durch die zeitlichen Rahmenbedingungen und Grenzen der Dissertation erforderlichen Schwerpunktsetzung, im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt und detailliert ausgewertet werden. Dennoch wird es der Vollständigkeit halber an dieser Stelle kurz als Erhebungsinstrument beschrieben, da eine Nutzung der Daten und weiterführende Auswertungen im Anschluss an diese Arbeit prinzipiell denkbar und möglich wären.

Um den Erhebungsaufwand und die Belastung der Studierenden nach den vielen Befragungen und Aufzeichnungen im Laufe des Semesters möglichst gering zu halten, wurde das ca. einstündige Interview in Gruppen durchgeführt, die sich entsprechend der gemeinsamen Gestaltung der Lernumgebungen zusammensetzen (Durchführung von 4-5 Interviews mit 4-7 Studierenden). In der physikdidaktischen Veranstaltung wurde dagegen einerseits aus organisatorischen Gründen (zeitaufwändige Realisierung der Interviews aufgrund der doppelten Größe der Kohorte), andererseits aufgrund des spezifischen Interesses am Zusammenwirken der Veranstaltungen auf die Durchführung des Interviews verzichtet. Inwiefern die beiden Veranstaltungen als stimmiges und sich ergänzendes Gesamtkonzept wirken, kann zudem nur von den Studierenden

beurteilt werden, die das physikdidaktische und das daran anknüpfende mathematikdidaktische Seminar besucht haben. Um trotzdem einen Einblick in das Erleben sowie erste Anhaltspunkte zur Evaluation des physikdidaktischen Seminars zu erhalten, wird im direkten Anschluss an die physikdidaktische Lehrveranstaltung nur der dem Interview zugrundeliegende Kurzfragebogen eingesetzt.

Der Ablauf des Interviews gestaltet sich wie folgt: Nach der Begrüßung folgt eine kurze Reaktivierung der Veranstaltungsinhalte (max. 5 Minuten). Dies ist insbesondere für die physikdidaktische Veranstaltung notwendig, da die Studierenden, die beide Kurse besucht haben, einen Vergleich ziehen und das Zusammenwirken beurteilen sollen. Da der physikdidaktische Kurs allerdings ein Jahr zurückliegt, könnte den Studierenden das Herstellen eines Bezuges schwerfallen, weshalb auf eine kurze Erinnerung zurückgegriffen wird. Anschließend erhalten die Studierenden einen kurzen Fragebogen (vgl. Tabelle 16), den sie innerhalb von 15 Minuten bearbeiten sollen. Der Fragebogen gliedert sich in drei Schwerpunkte: Relevanz, Beteiligung und Lernen sowie Schwierigkeiten. Innerhalb dieser Themenblöcke greifen die Items insbesondere den in Abschnitt 3.3 dargestellten Kontrast der Veranstaltungen auf und stellen beispielsweise den eigenen und fremden Unterricht, die Beteiligung einer Lehrkraft sowie den Einsatz von Videos und Transkripten gegenüber. Sie sollen auf einer vierstufigen Likert-Skala von „trifft nicht zu“ bis „trifft zu“ eingeschätzt werden. Daneben enthält der Fragebogen ein Freifeld für Kommentare oder Ergänzungen (gesamter Interviewfragebogen inkl. Interviewleitfaden zum teilstrukturierten Interview siehe Anhang F).

Tabelle 16: Auszüge aus dem Interviewfragebogen (S*S: Schülerinnen und Schüler).

	Items
Relevanz	Die mathematikdidaktische/physikdidaktische Veranstaltung vermittelt mir konkrete Anregungen, wie Diagnostik im Schulalltag umsetzbar ist.
	Die Analyse meines eigenen Unterrichts ist mir wichtiger als die Analyse fremden Unterrichts.
	Für die Auseinandersetzung mit dem Lernen der S*S ist die Arbeit mit Videos und Transkripten von Lehr-/Lernsituationen besonders sinnvoll.

	Items
Beteiligung und Lernen	Ich lerne mehr aus Lehr-Lernprozessen, die von mir geplant und durchgeführt wurden, als aus aufgezeichneten Situationen zu bereits vorhandenen Materialien.
	Ich lerne mehr bei der Diagnostik von Videos bzw. Transkripten, in denen eine Lehrkraft (ggf. ich selbst) beteiligt ist, als an Sequenzen ohne Lehrkraft.
	Die Arbeit mit Videos und Transkripten finde ich zu aufwändig, die Analyse von Schülerprodukten (z. B. dokumentierte Lösungen) reicht in der Regel aus.
Schwierigkeiten	Es fällt mir sehr schwer, die aus der Diagnostik gewonnenen Erkenntnisse in die Planung von Unterricht bzw. eine Förderung einfließen zu lassen.
	Das Analysieren einer Situation ohne Lehrkraft fällt mir leichter als mit Anwesenheit einer Lehrkraft.
	Es fällt mir leichter, Lehr-Lernprozesse zu analysieren, an denen ich als Lehrkraft beteiligt war, als Prozesse ohne meine Beteiligung.

Im Anschluss an die Bearbeitung des Fragebogens erhalten die Studierenden dann die Möglichkeit, sich frei zu den drei darin aufgegriffenen Schwerpunkten zu äußern. Sie können dabei selbst bestimmen, womit sie anfangen und worauf sie nochmal besonders eingehen möchten. Damit handelt es sich insgesamt um ein teilstrukturiertes Leitfaden-Gruppeninterview, das in großen Teilen durch die Studierenden gelenkt wird (vgl. Kruse, 2015). Sofern Studierende anwesend sind, die beide Kurse besucht haben, richtet sich nach der kurzen Diskussion aller drei Themenblöcke an sie noch einmal konkret die Frage, worin sie Parallelen oder gegenseitige Ergänzungen sehen und inwiefern die beiden Veranstaltungen ein stimmiges Gesamtkonzept bilden, bevor das Interview nach ca. einer Stunde mit der Frage nach vom Fragebogen nicht thematisierten Aspekten schließt.

5.1.6 Zusammenfassung

Wie in Kapitel 4 bereits dargestellt, spannen die Forschungsfragen der Arbeit einen dreidimensionalen Raum aus Kompetenzfacette, Diagnoseart und Diagnostiker (wer diagnostiziert wen) auf. In diesem Raum können auch die Erhebungsinstrumente verortet werden (vgl. Abbildung 13):

- Die schriftlichen Analysen transkribierter Bearbeitungsprozesse (SA) beziehen sich auf die kognitive Kompetenzfacette, entsprechen entlang des Prä-Post-Designs ebenfalls einer Veränderungsdiagnostik (Vergleich zweier Statusdiagnosen), stellen

allerdings eine Fremdeinschätzung der Studierenden durch die Autorin der Arbeit dar.

- Die aufgezeichneten Videoanalysen (VA) der Studierenden beinhalten neben der kognitiven Kompetenzkomponente insbesondere auch eine emotionale (ggf. auch motivationale und volitionale) Komponente, wenn sie sich während der Diskurse beispielsweise zu Schwierigkeiten äußern oder Erlebensäußerungen zeigen. Auch hier liegt eine Fremdeinschätzung der Studierenden durch die Autorin der Arbeit vor, die im Längsschnitt über beide Veranstaltungen hinweg mindestens einer Veränderungsdiagnostik, für Physik unter Umständen sogar einer Verlaufsdiagnostik entspricht (erfasst alle Lerngelegenheiten der Studierenden zur Diagnostik, einzeln jeweils Prozessdiagnosen).
- Der Fragebogen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung bezieht sich im Kontrast zu den wissensbezogenen Instrumenten der schriftlichen Analysen und Videoanalysen entlang der in Kapitel 4 vorgenommenen Einordnung auf die motivationale, emotionale und volitionale Kompetenzfacette²⁹. Da der Fragebogen im Prä-Post-Design (jeweils in leicht abgewandelter Form; siehe Abschnitt 5.1.2) eingesetzt wird, entspricht dies einer Veränderungsdiagnostik (Vergleich zweier Statusdiagnosen). Als Selbsteinschätzung diagnostizieren die Studierenden sich sozusagen selbst.
- Die abschließenden Interviews mit den Studierenden adressieren ausschließlich die emotionale, motivationale und volitionale Kompetenzfacette. Sie basieren auf einer Selbsteinschätzung der Studierenden (Fragebogen; Bericht über Eindrücke und Schwierigkeiten), beinhalten im Zuge einer interpretativen Auswertung aber auch eine Fremdeinschätzung durch die Autorin der Arbeit und entsprechen in weiten

²⁹ Die Einordnung erfolgt entlang der zu Forschungsschwerpunkt c) ausgeführten Annahme bzgl. des Zusammenhangs von Fähigkeitsselbst- und Relevanzeinschätzung zur Bereitschaft (insbesondere Motivation und Volition). Diese kann durchaus kritisch diskutiert werden, einerseits, da mit dem Instrument keine Bereitschaften selbst erhoben werden, andererseits da insbesondere der Selbsteinschätzung diagnostischer Fähigkeiten auch eine kognitive Komponente zugeschrieben werden kann. Mit dem Kontrast zur kognitiven Kompetenzfacette soll allerdings hervorgehoben werden, dass es im Rahmen der Untersuchung nicht nur um wissensbezogene Dispositionen geht.

Teilen einer Statusdiagnostik (einzelne Aspekte könnten vorsichtig mit den Ergebnissen der Fragebögen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung verknüpft werden und würden deren Veränderungsdiagnostik ergänzen).

DIE DREI DIMENSIONEN DER ERHEBUNGSINSTRUMENTE

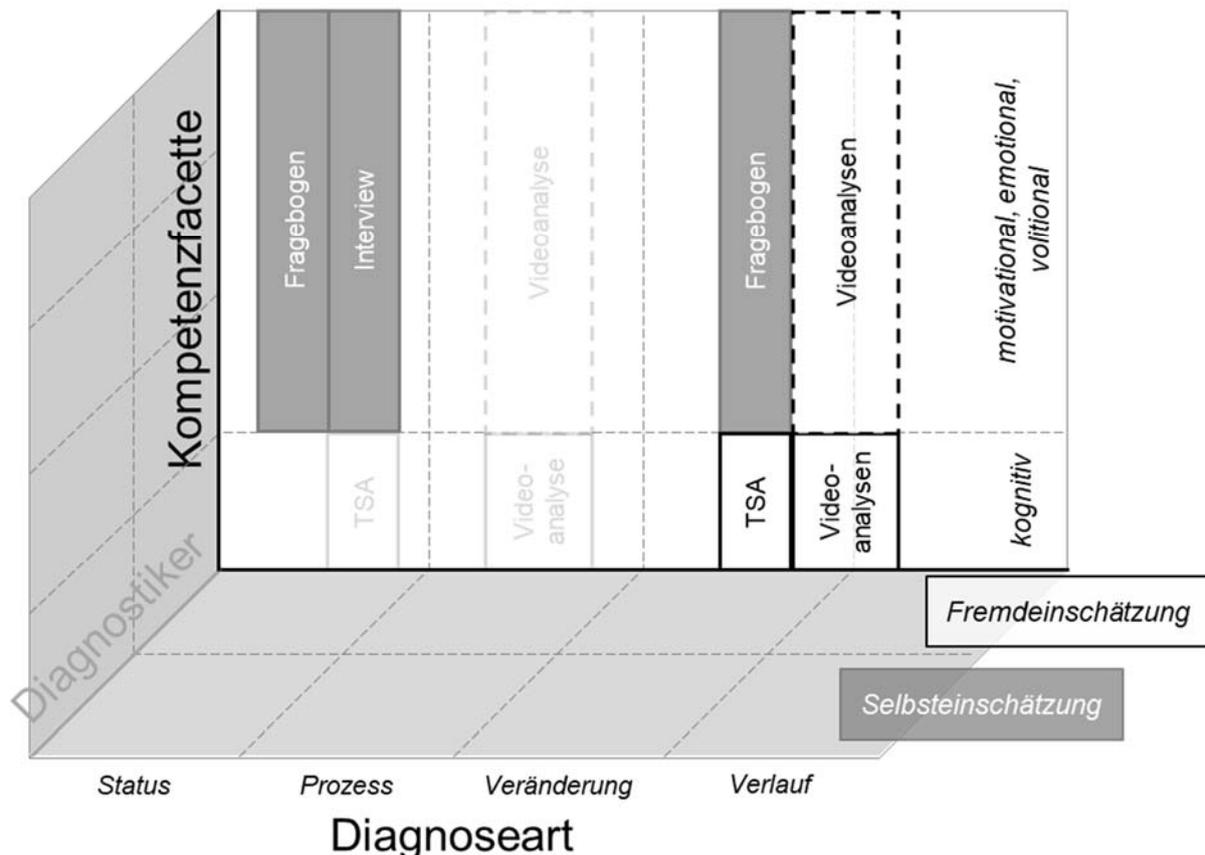


Abbildung 13: Einordnung der Erhebungsinstrumente in den dreidimensionalen Raum des Forschungsvorhabens.

5.2 Stichprobenbeschreibung

An den Erhebungen haben während der dreijährigen Projektlaufzeit 151 Lehramtsstudierende teilgenommen (Erprobung: $N_{\text{Physik E}} = 29$, $N_{\text{Mathematik E}} = 53$; Haupterhebung Physik: $N_{\text{Physik}} = 45$, Haupterhebung Mathematik: $N_{\text{Mathematik}} = 24$). Diese Zahl bezieht sich nur auf diejenigen Studierenden, die der Auswertung ihrer Daten zugestimmt haben. Um das zu ermitteln, wurde den Studierenden jeweils zu Beginn der beiden Veranstaltungen eine ausführliche Einverständniserklärung vorgelegt, in der ausdrücklich

die Freiwilligkeit der Teilnahme kommuniziert sowie betont wurden, dass die Kursleiterinnen keinen Einblick in die Daten erhalten und bei einer Nichtteilnahme keinerlei Nachteile entstehen (vgl. Einverständniserklärung in Anhang A). Zum Teil wurde auch in den Aufnahmesituationen erneut abgefragt, ob das Einverständnis weiterbesteht, um den Studierenden einerseits eine gewisse Wertschätzung für ihre Teilnahme entgegen zu bringen und ihnen andererseits einen Überblick über die von ihnen aufgenommenen Daten sowie eine bewusste Entscheidung zu ermöglichen.

Da, wie bereits angesprochen, auf die Erprobung nicht detaillierter eingegangen wird, bezieht sich die in der folgenden Tabelle 17 dokumentierte Verteilung der Teilnehmer*innen lediglich auf die zweigeteilte Haupterhebung. Sie berücksichtigt das **Geschlecht** (Physik: $N_m = 32$, $N_w = 9$; Mathematik: $N_m = 9$, $N_w = 15$) und die angestrebte **Schulform** (Physik: $N_{HR} = 19$, $N_{GY} = 22$; Mathematik: $N_{HR} = 6$, $N_{GY} = 18$) sowie die Belegung eines **MINT-Zweifachs** (inkl. Mathematik bzw. Physik). Außerdem differenziert sie zwischen Studierenden, die nur an den schriftlichen Befragungen teilgenommen haben (Fragebögen und Transkriptanalysen) und denjenigen, die auch bei der Diskussion der Videoanalysen aufgezeichnet wurden.

Tabelle 17: Stichprobenverteilung auf die Veranstaltungen der Haupterhebung inkl. Geschlecht, Schulform und MINT-Zweifach.

		Teil I: PHYSIK (WS 15/16)				Teil II: MATHE (WS 16/17)	
		schriftl. Befragung		davon zusätzl. Videoaufzeichnung		schriftl. Befragung & Videoaufzeichnung	
Gesamtstichprobe		45		28		24	
Zusammensetzung							
<i>HR m</i>	<i>HR w</i>	17	2	2	3	2	4
<i>GY m</i>	<i>GY w</i>	15	7	7	7	7	11
<i>davon mit 2. MINT-Fach</i>		31		21		13	

Für die physikdidaktische Veranstaltung ist im Hinblick auf die Vorerfahrungen zur Diagnostik von einer eher homogenen Zusammensetzung auszugehen. Dagegen ist die mathematikdidaktische Lerngruppe in Bezug auf die Vorerfahrungen gleich in dreierlei Weise heterogen: 1) L3-Studierende ohne universitäre diagnostische Vorerfahrungen;

2) L2-Studierende, die sich in einer parallelen Vorlesung mit Diagnostik und Heterogenität beschäftigen und 3) Studierende mit Physik als Zweitfach, die im Jahr zuvor die physikdidaktische Veranstaltung besucht und dort einen vertieften Einblick in Diagnostik erhalten haben. Insbesondere die letzte Gruppe ist für die in dieser Arbeit dokumentierte Untersuchung von besonderer Relevanz. Neben der Möglichkeit einer fächerübergreifenden Verzahnung der jeweiligen Inhalte vor dem gemeinsam genutzten Theorierahmen zeichnet sich das Projekt vor allen Dingen durch den aufeinanderfolgenden Besuch beider Veranstaltungen von Studierenden mit der Fächerkombination Mathematik/Physik aus. Daraus ergibt sich für die beiden Hauptuntersuchungskohorten eine Teilstichprobe aus neun Studierenden, die eine kleine (gerichtete) Längsschnittkohorte bilden (Zusammensetzung: Geschlecht $N_m = 5$, $N_w = 4$; Schulform $N_{HR} = 2$, $N_{GY} = 7$) und eine Veränderungsdiagnostik ermöglichen (vgl. v. Aufschnaiter et al., 2015). Sie eignet sich durch die konsequente Parallelisierung der Veranstaltungsinhalte und die stetige Videoaufzeichnung besonders gut für das Forschungsanliegen, die Entwicklung von Diagnoseprozessen im Studium zu beschreiben. Damit rückt sie ins Zentrum der Arbeit und liefert gleichzeitig die aufgrund der Vielzahl der Daten notwendige Fokussierung.

Für die Beantwortung der in Kapitel 4 vorgestellten Forschungsfragen werden acht der neun Studierenden aus der Längsschnittkohorte der Haupterhebung über alle Messzeitpunkte hinweg betrachtet. Die Reduzierung erfolgte vor dem Hintergrund der Vollständigkeit der Datensätze (eine Person wurde aufgrund größerer Fehlzeiten und wechselnder Diskurspartner in den Videoaufzeichnungen der Physik ausgeschlossen). Um zu erfassen, inwiefern die fächerübergreifende Verzahnung und die diagnostische Vorerfahrung aus Physik mit einem quantitativen bzw. qualitativen Unterschied in den Zugängen zur Diagnostik im mathematischen Kontext zusammenhängen, wurde die Auswahl der Fokussierung um sechs Studierende aus der mathematikdidaktischen Veranstaltung ohne Physik als Zweitfach ergänzt. Aus Zeitgründen wurden allerdings nur die schriftlichen Befragungen ausgewertet und aufeinander bezogen. Dabei fiel die Wahl auf diejenigen Studierenden, die gemeinsam mit den ausgewählten Physik-Studierenden die LernWerkstatt-Vormittage gestaltet haben und so auch bei der Videoanalyse gemeinsam aufgezeichnet wurden.

Alle übrigen Untersuchungsteilnehmer*innen spielen im weiteren Verlauf der Arbeit nur noch in Bezug auf die Fragebögen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung eine Rolle (vgl. Tabelle 18 – Übersicht erhobener Daten). Sie eignen sich allerdings gut, um im Rahmen eines Ausblicks im Anschluss an diese Arbeit die Ergebnisse auszuweiten bzw. zu validieren. Insbesondere die umfassende Videoaufzeichnung in der physikdidaktischen Veranstaltung (28 Studierende in 2er-Gruppen an 9 Terminen zu 4 unterschiedlichen Themenfeldern) ermöglicht eine erweiterte querschnittliche Betrachtung zur Varianz der Zugänge zur Diagnostik (vgl. Kapitel 8).

Tabelle 18: Übersicht über alle nutzbaren Daten (Zahl nach dem Schrägstrich gibt Stichprobengröße an; S: Sitzung).

Inhalt	Instrument	Datenart	Nutzbare Daten
Biografie	Fragebogen	Paper-Pencil	Physik: 41/45 Mathe: 24/24
Selbsteinschätzung Relevanz und Fähigkeit	Fragebogen	Paper-Pencil	Physik: prä und post 38/45 Mathe: prä und post 21/24
Schriftl. Analysen transkribierter Bearbeitungsprozesse		Paper-Pencil	Physik: prä und post 35/45 Mathe: prä und post 24/24
Videographierte Videoanalysen		Video	Physik: S2 28/28, S3 26/28, S4 20/28 S5 25/28, S6 21/28, S7 26/28 S9 24/28, S11 15/28, S13 26/28 Mathe: 24/24
veranstaltungsbezogene Rückmeldung	Fragebogen und Interview	Paper-Pencil, Video	Physik: Fragebogen 39/45 Mathe: 23/24

In Tabelle 19 wird die im Rahmen der Arbeit betrachtete Teilstichprobe ($N = 8$ aus beiden Veranstaltungen sowie $N = 6$ nur aus der mathematikdidaktischen Veranstaltung) auf der Basis der gemachten biografischen Angaben genauer aufgeschlüsselt³⁰ (vgl. Abschnitt 5.1.1). Die acht Studierenden der Längsschnittkohorte und die zusätzlichen sechs Studierenden aus der mathematikdidaktischen Veranstaltung teilen sich

³⁰ Eine genaue Aufschlüsselung der individuellen Daten inkl. der Zuweisung zu den Personencodes existiert, zum Schutz der Anonymität der Studierenden wird diese allerdings nicht veröffentlicht.

eher ungleichmäßig auf die Schulformen und die Geschlechter auf. Acht der Studierenden sind weiblich, sechs männlich, jeweils zwei studierten zum Zeitpunkt der Erhebung das Lehramt an Haupt-, Real- und Förderschulen, sechs bzw. vier das Lehramt an Gymnasien. Insbesondere die Geschlechterverhältnisse sind mit einem Übergewicht an Frauen in den Fächern Physik und Mathematik eher untypisch (vgl. Statistisches Bundesamt, 2019) und deuten damit darauf hin, dass es sich um eine selektive Strichprobe handelt. Alle Studierenden wählen die für Gießen übliche Kombination von zwei Fächern, ein drittes Fach wird von niemandem angegeben. Nur eine Studierende aus der ergänzenden Kohorte in der Mathematikdidaktik deckt mit Biologie eine weitere Naturwissenschaft als zweites Fach ab.

Im Rahmen der physikdidaktischen Veranstaltung arbeiteten die Studierenden in ihrer Schulform zusammen, in der mathematikdidaktischen Veranstaltung gab es diese Trennung nicht. Die aus der Physikdidaktik bestehenden Paare waren auch in der Mathematikdidaktik in einer Gruppe. Für 13 der 14 Studierenden lässt sich aufgrund des angegebenen Abiturjahrgangs zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung ein Altersdurchschnitt von etwa 20 Jahren (Physikdidaktik) bzw. etwa 21 Jahren (Mathematikdidaktik) annehmen, lediglich eine Person entspricht mit einem anzunehmenden Alter von 25 Jahren zu Beginn der physikdidaktischen Veranstaltung nicht dieser Mehrheit. Sie hat angegeben, vor dem Lehramtsstudium der Fächer Mathematik und Physik Rechtswissenschaften ohne Abschluss studiert zu haben, während es sich bei den anderen Studierenden um die Erstausbildung nach dem Schulabschluss und inhaltlich um ihren Erstwunsch handelt.

Unter Berücksichtigung der Angaben zur Abiturnote (Durchschnitt 2,1; Standardabweichung 0,6) und den bisherigen Studienleistungen kann die Kohorte in Bezug auf die Leistungsfähigkeit als sehr heterogen beschrieben werden. Die Leistungen in den beiden Fächern unterscheiden sich kaum, sechs der 14 Studierenden lassen aufgrund der Notenangaben eine eher hohe Leistungsstärke vermuten, sechs haben bisher durchschnittliche bis gute Leistungen erbracht, für zwei Personen deuten die Noten auf Leistungsschwäche hin.

Neun Studierende geben an, eine Nebentätigkeit zur Finanzierung ihres Studiums auszuüben und weisen vielfältige praktische (Lehr-)Erfahrungen im Umgang mit Kindern

auf, die sich größtenteils auf Nachhilfe in den beiden Fächern beziehen. Es gibt nur eine Person, die weder unterrichtliche Erfahrungen außerhalb von universitären Praktika³¹ aufweisen kann oder Nachhilfe gegeben hat, noch anderweitig mit Kindern und Jugendlichen arbeitete. Dementsprechend waren fast alle Teilnehmer*innen bereits mit dem Verhalten und Denken von Schüler*innen in Kontakt gekommen.

Tabelle 19: Auszug aus den biografischen Angaben der gewählten Teilstichprobe.

	Auswahl Längsschnitt Physik: 8 Studierende (Stu)	Mathe (rein): 6 Studierende (Stu)
Geschlecht	4 männlich, 4 weiblich	2 männlich, 4 weiblich
Lehramt	2 Haupt-/Real- oder Förderschullehramt, 6 gymnasiales Lehramt	2 Haupt-/Real- oder Förderschullehramt, 4 gymnasiales Lehramt
Zweifach	bei allen Mathematik	je 1 Person Biologie bzw. Deutsch, 3 Personen Sport; 1 Person ohne Angaben
Abiturjahrgang	1 Person 2009, 7 Personen 2013	1 Person 2012, 5 Personen 2013
Herkunft	bei allen Studierenden Deutschland Geburtsland und Deutsch Muttersprache 1 Person mit Migrationshintergrund der Eltern	bei allen Studierenden Deutschland Geburtsland und Deutsch Muttersprache 1 Person mit Migrationshintergrund der Eltern
Notenmittel aus dem bisherigen Studium	4 Personen sehr gut 1 Person gut 2 Personen durchschnittlich (gut bis befriedigend) 1 Person befriedigend	2 Personen sehr gut 2 Personen gut 1 Person durchschnittlich (gut bis befriedigend) 1 Person befriedigend

³¹ In der Regel haben Studierende zum Zeitpunkt der in der Arbeit betrachteten Veranstaltungen mindestens das allgemeine Schulpraktikum absolviert, also erste Erfahrungen als Lehrperson gemacht.

	Auswahl Längsschnitt Physik: 8 Studierende (Stu)	Mathe (rein): 6 Studierende (Stu)
Erfahrungen mit Nachhilfe	7 Personen Fächer: 7 in Mathematik 5 zusätzlich in Physik, je 1 zusätzlich in Informatik, Englisch und Französisch Zielgruppe: 2 mit S*S 2 mit S*S und Stu 3 ohne Angaben Zeitraum: 4 im Rahmen des Studiums 3 ohne Angaben	6 Personen Fächer: 6 in Mathematik 2 zusätzlich in Deutsch, je 1 zusätzlich in Englisch und Biologie Zielgruppe: 2 mit S*S 2 mit S*S & Stu 2 ohne Angaben Zeitraum: 4 im Rahmen des Studiums 2 ohne Angaben
Unterrichtserfahrungen außerhalb universitärer Praktika	1 Person Fächer: Mathematik Zielgruppe: Sekundarstufe I zeitl. Rahmen: 1-3 h/Woche für mehr als ein Jahr	2 Personen Fächer: Mathematik je 1 zusätzlich in Sport bzw. Deutsch Zielgruppe: Sekundarstufe I zeitl. Rahmen: 3-5 h/Woche für max. ein halbes bzw. ganzes Jahr
weitere Erfahrungen mit Kindern	2 Personen mit Training in unterschiedlichen Sportarten (Zeitraum 1-7 Jahren) 1 Person mit einem Monatspraktikum im Kindergarten	5 Personen mit Training in unterschiedlichen Sportarten (Zeitraum 1-6 Jahren) 5 Personen mit (zusätzlicher) Tätigkeit im schulischen Kontext (Zeitraum 1/4-1 Jahr) 4 Personen mit (zusätzlicher) Tätigkeit im außerschulischen Kontext (Zeitraum 1-6 Jahre)
Finanzierung	5 Personen mit einer Nebentätigkeit (Aufwand zwischen 18 und 65 h/Monat)	4 Personen mit einer Nebentätigkeit (Aufwand zwischen 3 -6 bzw. 25-45 h/Monat)

6 Auswertung

In diesem Abschnitt der Arbeit wird das methodische Vorgehen bei der Auswertung der Daten vorgestellt. Die Dokumentation ist entlang der unterschiedlichen Datenarten in zwei Abschnitte gegliedert: 1) das Vorgehen bei der Auswertung des Fragebogens (Rasch-Modellierung sowie ermittelte statistische Kennwerte und weitere Auswertungsschritte); 2) die Vorgehensweise bei der Auswertung der schriftlich erfassten Diagnosen bzw. auf Video aufgezeichneten Diagnoseprozesse entlang des von Mayring (2015) beschriebenen Verfahrens der Qualitativen Inhaltsanalyse.

6.1 Auswertung des Fragebogens zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung

Das übergeordnete Forschungsziel dieser Arbeit besteht darin, Diagnoseprozesse von Lehramtsstudierenden und deren Entwicklung zu beschreiben. Die mithilfe der Fragebögen erfassten Daten zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung der Studierenden leisten zu diesem Forschungsziel gleich aus drei Gesichtspunkten einen Beitrag: i) Sie charakterisieren die Stichprobe und sie liefern einen Eindruck, ii) wie relevant die Studierenden Diagnostik einschätzen und iii) ob im Kontext der Veranstaltungen im Sinne eines Entwicklungsziels ein subjektiv erlebter Kompetenzzuwachs berichtet wird (Forschungsschwerpunkt c), vgl. Kapitel 4, S. 65).

Da im Fragebogen unterschiedliche Personenmerkmale adressiert werden (Kenntnis von Grundbegriffen; Fähigkeitsselbsteinschätzung zur Diagnostik bzw. Kompetenzorientierung; Gestaltung einer Förderung; Reflexion; Relevanzeinschätzung zur Diagnostik; vgl. Abschnitt 5.1.2), werden diese wie unterschiedliche (zu prüfende) Skalen behandelt, von denen in der folgenden Auswertung aber nur die der Grundbegriffe, Diagnostik und Förderung sowie Relevanz Berücksichtigung finden. Diese werden ausgewählt, da es sich hierbei um die ausgewiesenen Veranstaltungsinhalte (vgl. Abschnitt 3.2) bzw. das spezifische Forschungsinteresse handelt. Tabelle 20 dokumentiert die jeweilige Itemanzahl dieser Skalen entlang der zwei Messzeitpunkte. Die

Stichprobengröße der Studierenden, die jeweils an beiden Messzeitpunkten teilgenommen haben, für die somit vollständige Datensätze vorliegen, beträgt in Physik $N_{\text{Physik}} = 38$ und in Mathematik $N_{\text{Mathematik}} = 21$.

Tabelle 20: Dokumentation der Itemanzahl für die unterschiedlichen Skalen des Fragebogens entlang der Messzeitpunkte (in grau: in der Auswertung vernachlässigte Skalen).

Skala	Anzahl Items Prä-Testung	Anzahl Items Post-Testung
Kennntnis Grundbegriffe	6	6
Diagnostik	18	21
Kompetenzorientierung	5	5
Förderung	9	9
Reflexion	7	7
Relevanz	Physik 11, Mathe 9	11

6.1.1 Modellierung und Skalierung der Rohdaten

Die Fragebogendaten wurden mithilfe der probabilistischen Testtheorie (engl. Item Response Theory) unter Nutzung des Programms Winsteps Rasch-modelliert, um die zunächst Likert-skalierten Rohdaten für die Durchführung von Mittelwertvergleichen von einer Ordinalskala in eine Intervallskala zu transformieren (Boone, Staver & Yale, 2014). Dabei werden Personenfähigkeiten und Itemschwierigkeiten ermittelt, wobei sich für letztere die Gewichtung der Items nach ihrer Schwierigkeit für die Stichprobe richtet – und nicht wie im Fall der klassischen Testtheorie alle Items gleich gewichtet werden – was zur besseren Auflösung von Varianz beiträgt³². Die grundsätzliche Idee des Rasch-Modells ist, dass es keinen linearen Zusammenhang zwischen der Differenz aus Aufgabenschwierigkeit und Personenfähigkeit und der Lösungswahrscheinlichkeit für eine Aufgabe gibt³³, sondern einen ogivenförmigen: die Lösungswahrscheinlichkeit nimmt am Anfang bzw. Ende kaum zu (egal ob viel oder sehr viel zu

³² Daraus können zwei zentrale Charakteristika der Rasch-Modellierung abgeleitet werden: die Einbeziehung unterschiedlicher Schwierigkeiten der Items sowie die Nutzung derselben Ratingskala für alle Items (vgl. Linacre (2019)).

³³ Klassisch würde man annehmen, dass die Lösungswahrscheinlichkeit linear mit der Differenz aus Fähigkeit und Schwierigkeit zusammenhängt.

schwer bzw. leicht, man löst die Aufgabe mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht bzw. in jedem Fall), in der Mitte aber – also wenn Fähigkeit und Schwierigkeit nah beieinanderliegen – nimmt die Wahrscheinlichkeit stark bzw. sogar linear zu (vgl. Rost, 2004, S. 123 f.).³⁴

Im Folgenden wird das Vorgehen bei der Rasch-Skalierung der Daten sowie bei der Prüfung zentraler psychometrischer Kennwerte der Skalen (*Differential Item Functioning, Fitstatistik, Average Ability, Reliabilität und Separation*; vgl. Boone et al., 2014) vorgestellt. Eine Übersicht über die zentralen psychometrischen Kennwerte der vier Rasch-modellierten Skalen ist in Tabelle 22 dokumentiert. Trotz der parallelen Formulierung werden dort die Fragebögen für Physik und Mathematik getrennt dargestellt, um ihrer inhaltlichen Spezifik Rechnung zu tragen.

Differential Item Functioning

In einem ersten Schritt wurde für die drei Skalen geklärt, ob die Items, die gleichermaßen in der Prä- und der Post-Messung eingesetzt wurden, unabhängig vom Messzeitpunkt in gleicher Weise „funktionieren“, für die beiden Messzeitpunkte also der gleiche Maßstab angelegt werden kann. Dies kann mithilfe des *Differential Item Functioning*, kurz DIF, untersucht werden, der Auskunft darüber gibt, ob sich die geschätzte Itemschwierigkeit in verschiedenen Vergleichsgruppen oder zu verschiedenen Messzeitpunkten unterscheidet (vgl. Boone et al., 2014).

Um dies zu prüfen, wurde eine DIF-Analyse für die zwei Messzeitpunkte durchgeführt. Nach Boone et al. (2014) lautet der betragliche Grenzwert für einen akzeptablen $DIF < .64$ mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p < .05$. Im Falle einer Überschreitung dieses Grenzwertes wurde davon ausgegangen, dass es sich beim Prä- und Post-Item um zwei verschiedene Items handelt und eine entsprechende Aufteilung vorgenommen.

Im physikdidaktischen Fragebogen hat sich ein DIF bzgl. des Messzeitpunktes auf den Skalen *Kenntnis von Grundbegriffen* und *Diagnostik* für jeweils zwei Items und auf den

³⁴ Eine ausführliche Diskussion der Rasch-Modellierung als Auswertungsmethode kann auch in Steckenmesser-Sander (2015) bzw. Vorholzer (2016) nachgelesen werden.

Skalen *Förderung* und *Relevanz* für jeweils ein Item gezeigt. Im mathematikdidaktischen Fragebogen ergab sich ein DIF bzgl. des Messzeitpunktes auf der Skala *Kenntnis von Grundbegriffen* für zwei Items und auf der Skala *Diagnostik* für ein Item (vgl. Tabelle 22). Die Items der Skalen *Förderung* und *Relevanz* weisen keinen DIF bzgl. des Messzeitpunktes auf. Die jeweils betroffenen Items werden in der Prä- und Post-Messung jeweils als eigene, getrennte Items betrachtet, um berücksichtigen zu können, dass sie für die jeweiligen Messzeitpunkte unterschiedlich auf dem Maßstab und damit verknüpft auf der latenten Variable lokalisiert sind.

Fitstatistik

Um zu untersuchen, ob die einzelnen Items innerhalb der Skalen auch zu der Modellierung passen, wurden im Rahmen der Fitstatistik die jeweiligen Outfitwerte der Items betrachtet³⁵ und hinsichtlich dokumentierter Gütekriterien geprüft. Dabei wird für den Item-Outfit auf die Empfehlung von Wright und Linacre (1994) zurückgegriffen, dessen Annahmebereiche der Fitwerte Tabelle 21 entnommen werden können.³⁶ Auf eine genaue Prüfung der Personenwerte – für die eine analoge Prüfung denkbar wäre (siehe z. B. Linacre, 2002) – und einen daraus resultierenden Ausschluss wurde verzichtet, da alle Personen, die an beiden Messzeitpunkten den Fragebogen bearbeitet haben, hinsichtlich ihres persönlich erlebten Kompetenzzuwachses berücksichtigt werden sollen.

³⁵ Der Outfit liefert beispielsweise Hinweise darauf, dass Personen mehrheitlich in einer Ausprägung geantwortet haben, die durch das Modell nicht vorhersehbar war.

³⁶ Neben den Fitwerten wird meist auch der Z-standadisierte Wert (ZSTD) betrachtet, insbesondere, wenn der Fit-Wert außerhalb des akzeptablen Bereichs liegt. Nach Boone et al. (2014, S. 172 f.) sollte der Z-standadisierte Wert im Bereich $-2 < ZSTD < 3$ liegen, um eine angemessene Vorhersagbarkeit zu repräsentieren.

Tabelle 21: Outfit-Annahmebereiche für Itemwerte nach Wright und Linacre (1994).

Item-Outfit	
Outfitbereich	Bedeutung
> 2,0	Verändert oder verschlechtert die Messung
1,5-2,0	Unproduktiv für eine Messung, aber verschlechtert die Messung nicht
0,5-1,5	Nützlich für eine Messung
< 0,5	Weniger nützlich für eine Messung, aber verschlechtert sie nicht.

Alle Items, für die die Outfitwerte $x > 2,0$ waren, wurden entfernt. Im physikdidaktischen Fragebogen betrifft dies kein Item der vier Skalen, alle Items der Skalen *Kenntnis von Grundbegriffen*, *Diagnostik*, *Förderung* sowie *Relevanz* liegen unterhalb dieser Outfit-Grenze. Im mathematikdidaktischen Fragebogen weist ein Item der Skala *Kenntnis von Grundbegriffen* und ein Item der Skala *Diagnostik* einen kritischen Item-Outfit oberhalb der Outfit-Grenze auf, was zum Ausschluss der Items geführt hat (vgl. Tabelle 22). Die Items der Skalen *Förderung* und *Relevanz* liegen dagegen alle unterhalb des Outfit-Grenzwertes.

Average Ability

Abschließend wurde für jedes Item geprüft, ob entlang der theoretischen Annahmen der Rasch-Modellierung die Wahl einer höheren Ausprägung (als Indikator für eine stärker ausgeprägte Relevanz- bzw. Fähigkeitsselbsteinschätzung) mit einer höheren mittleren Personenfähigkeit (höhere gemittelte Relevanz- bzw. Fähigkeitsselbsteinschätzung) der Personen einhergeht, die diese Ausprägung gewählt haben. Hierzu wird die mittlere Personenfähigkeit der Personen analysiert, die bei einem Item eine bestimmte Ausprägung gewählt haben: Sie sollte entlang der Höhe der Ausprägungen ebenfalls kontinuierlich steigen. Items, bei denen dies nicht gegeben ist, wurden entfernt, allerdings nur, wenn die Mittelwertbildung auf einem soliden Anteil der Personenanzahl beruht (Boone et al., 2014).

Im physikdidaktischen Fragebogen ist davon lediglich ein Item der Skala *Diagnostik* betroffen, die Items der Skalen *Kenntnis von Grundbegriffen*, *Förderung* sowie *Relevanz* weisen keine unkontinuierliche Reihenfolge der mittleren Personenfähigkeit über die Ausprägungen hinweg auf. Im mathematikdidaktischen Fragebogen weist ein Item der Skala *Förderung* und ein Item der Skala *Relevanz* eine entsprechend kritische

Reihung auf, für die anderen beiden Skalen *Kenntnis von Grundbegriffen* sowie *Diagnostik* ergibt sich keine Notwendigkeit des Ausschlusses weiterer Items (vgl. Tabelle 22).

Reliabilität und Separation

Zur übergeordneten Bewertung der Qualität der vorgenommenen Rasch-Modellierung kann die Reliabilität als Maß für die innere Konsistenz der Skalen herangezogen werden. Sie wird in Winsteps durch die *Real* und die *Model Person Reliability* ausgedrückt, wobei die *Real Person Reliability* die untere Grenze und die *Model Person Reliability* die obere Grenze der geschätzten Reliabilität angibt (Boone et al., 2014, S. 222). Insbesondere die *Real Person Reliability* ist mit *Cronbachs α* vergleichbar, auch wenn sie im Allgemeinen etwas geringer ausfällt, und wird im Folgenden damit gleichgesetzt und entsprechend berichtet (Boone et al., 2014, S. 222). Dabei wird eine *Person Reliability* $> .8$ als gut eingeschätzt (Field, 2013, S. 715; bei $> .8$ sind 2-3 Level, bei $> .9$ sind 3-4 Level unterscheidbar, vgl. Boone et al., 2014, S. 230). Dies lässt sich mithilfe der *Person Separation* noch unterstützen, die ein Maß für die Auflösung der einzelnen Personen darstellt. Eine Skala gilt entsprechend als akzeptabel, gut bzw. exzellent, wenn die *Person Separation* > 1.5 , > 2.0 bzw. > 3.0 ist (vgl. Boone et al., 2014, S. 231).

Neben der *Person Reliability* kann bei der Rasch-Modellierung in Ergänzung zur klassischen Testtheorie auch eine *Item Reliability* angegeben werden. Sie gibt zusammen mit der *Item Separation* Auskunft darüber, ob in Bezug auf die Stichprobengröße eine aussagekräftige bzw. repräsentative Itemhierarchie erstellt werden kann. Auch hier werden *Item Reliability* $> .9$ als gut bewertet, kleinere Werte sowie eine *Item Separation* < 3.0 sprechen dafür, dass das Sample zu klein ist, um Items präzise auf einer latenten Variable zu lokalisieren (vgl. Boone et al., 2014, S. 230; Linacre, 2019).

Werden die Werte für die Reliabilität der einzelnen Skalen betrachtet, so kann die jeweilige Rasch-Modellierung nach den zuvor beschriebenen Modifikationen der Skalen (Aufteilung bzw. Ausschluss von Items entlang zentraler psychometrischer Kennwerte) für alle vier Skalen als zufriedenstellend bewertet werden. Im physikdidaktischen Fragebogen ist die Skala der Relevanzeinschätzung hinsichtlich der *Person Reliability* als akzeptabel, für die drei Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung (*Kenntnis Grundbe-*

griffe, Diagnostik, Förderung) sogar als gut einzustufen, die *Item Reliability* muss lediglich in der Skala *Förderung* als kritisch angesehen werden. Dort scheint die Stichprobengröße zu klein, um die Items eindeutig auf einer latenten Variable lokalisieren zu können. Im mathematikdidaktischen Fragebogen ist die Skala der Relevanzeinschätzung hinsichtlich der *Person Reliability* ebenfalls als akzeptabel, die drei Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung (*Kenntnis Grundbegriffe, Diagnostik, Förderung*) ebenfalls als gut einzustufen, allerdings ist hier die *Item Reliability* für alle drei Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung als kritisch zu bewerten. Auch dort scheint die Stichprobengröße für eine eindeutige Zuweisung zu Skalen zu klein (vgl. Tabelle 22).

Tabelle 22: Psychometrische Kennwerte für die Rasch-Skalierung der Fragebögen (grau hinterlegt: Items mit kritischen Kennwerten).

Skalen	psychometrische Kennwerte Rasch				Reskalierung [0;10]
	DIF Prä-/Post-Messung	Item-Outfit	Average Ability	Reliabilität und Separation	
Physikdidaktischer Fragebogen					
Kenn- nis Grund- begriffe	FWDHF1: $DIF = -.99, p = .03$; FWDHF2: $DIF = -.83, p = .04$ → Items entlang der Mess- zeitpunkte aufgeteilt	ohne kriti- schen <i>Outfit</i> $0,5 \leq x \leq 2,0$	ohne kritische Reihenfolge	person: rel. .83, sep. 2.18 item: rel. .96, sep. 4.98	$u_{mean} = 5,16$ $u_{scale} = 0,61$
	D6: $DIF = .84, p = .02$; FIA3: $DIF = -.75, p = .03$ → Items entlang der Mess- zeitpunkte aufgeteilt	ohne kriti- schen <i>Outfit</i> $0,5 \leq x \leq 2,0$	D0a entfernt, da für 11 Personen höchste Aus- prägung nicht höchster (gemittelter) Personen- fähigkeit entspricht	person: rel. .90, sep. 2.99 item: rel. .89, sep. 2.91	$u_{mean} = 4,88$ $u_{scale} = 0,65$
Förde- rung	FÖR3: $DIF = .91, p = .01$ → Item entlang der Mess- zeitpunkte aufgeteilt	ohne kriti- schen <i>Outfit</i> $0,5 \leq x \leq 2,0$	ohne kritische Reihenfolge	person: rel. .80, sep. 1.98 item: rel. .82, sep. 2.17	$u_{mean} = 4,62$ $u_{scale} = 0,76$
Rele- vanz	REL4a: $DIF = .99, p = .01$ → Item entlang der Mess- zeitpunkte aufgeteilt	REL4gpost: $Outfit = .44$, $ZSTD = -2.9$ → Item nicht entfernt (le- diglich unpro- duktiv)	ohne kritische Reihenfolge	person: rel. .73, sep. 1.64 item: rel. .92, sep. 3.44	$u_{mean} = 4,80$ $u_{scale} = 0,77$

Skalen	psychometrische Kennwerte Rasch				Reskalierung [0;10]
	DIF Prä-/Post-Messung	Item-Outfit	Average Ability	Reliabilität und Separation	
Mathematikdidaktischer Fragebogen					
Kenntnis Grundbegriffe	FWDHF1: $DIF = -1.42, p = .04$; FWDHF4: $DIF = 1.25, p = .03$ → Items entlang der Messzeitpunkte aufgeteilt	FWDHF1: $Outfit = 2.05,$ $ZSTD = 2.3$ → Item entfernt	ohne kritische Reihenfolge	person: $rel. .86, sep. 2.49$ item: $rel. .86, sep. 2.50$	$umean = 4,56$ $uscale = 0,66$
Diagnostik	D3: $DIF = 1.35, p = .01$; → Item entfernt, da auch nach der Aufteilung DIF kritisch	FIA2: $Outfit = 2.02,$ $ZSTD = 3.5$ → Item entfernt	ohne kritische Reihenfolge	person: $rel. .89, sep. 2.89$ item: $rel. .80, sep. 1.97$	$umean = 4,78$ $uscale = 0,62$
Förderung	ohne kritischen DIF	ohne kritischen Outfit $0,5 \leq x \leq 2,0$	FÖR9 entfernt, da für 24 Personen zweit-höchste Ausprägung nicht zweithöchster (gemittelter) Personenfähigkeit entspricht	person: $rel. .76, sep. 1.78$ item: $rel. .68, sep. 1.45$	$umean = 4,94$ $uscale = 0,73$
Relevanz	ohne kritischen DIF	REL1: $Outfit = .49,$ $ZSTD = -1.16$ REL2: $Outfit = .45,$ $ZSTD = -1.41$ → Items nicht entfernt (lediglich unproduktiv)	REL4 entfernt, da für 12 Personen mittlere Ausprägung nicht mittlerer (gemittelter) Personenfähigkeit entspricht	person: $rel. .70, sep. 1.54$ item: $rel. .92, sep. 3.41$	$umean = 4,37$ $uscale = 0,83$

6.1.2 Auswertung der (Rasch-modellierten) Skalen

Im Anschluss an die Rasch-Modellierung (inkl. Reskalierung auf einen Wertebereich von 0 bis 10 zur besseren Darstellbarkeit; vgl. Tabelle 22) der Skalen *Kenntnis von Grundbegriffen*, *Diagnostik*, *Förderung* und *Relevanz* wurde jeweils ein Mittelwertvergleich in Bezug auf die jeweilige Gesamtstichprobe durchgeführt, um zu prüfen, für welche Personenmerkmale signifikante Unterschiede im prä-post-Vergleich identifiziert werden können. Diese können dann vor dem Hintergrund der Veranstaltung interpretiert werden: Im Falle eines Zuwachses scheinen die Veranstaltungsinhalte zu einer subjektiven Verbesserung der Fähigkeitsselbsteinschätzung bzw. einer Erhöhung der Relevanzeinschätzung der Studierenden im jeweiligen Bereich beizutragen und lassen somit auf einen subjektiven Kompetenzzuwachs schließen.

Um vorhandene Unterschiede im Prä-Post-Vergleich auf Signifikanz zu untersuchen, kann ein t -Test für verbundene Stichproben durchgeführt werden. Vorab sind allerdings die Voraussetzungen für einen solchen t -Test bei verbundenen Stichproben zu prüfen: Die Voraussetzung intervallskallierter Variablen ist durch die Rasch-Modellierung gegeben, die Voraussetzung einer Normalverteilung der *Differenzen* der Datenpaare gilt es dagegen noch nachzuweisen. Dazu kann der Kolmogorov-Smirnov- oder der Shapiro-Wilk-Test verwendet werden (Bortz, 2005, S. 144), wobei auf letzteren zurückgegriffen wird, da er eine höhere Teststärke zur Aufdeckung von Abweichungen von der Normalverteilung besitzt und sich daher für geringe Stichprobengrößen empfiehlt (Field, 2013, S. 188). Der Test zeigt die Abweichung von der Normalverteilung über das Signifikanzniveau p an: Ist es $< .05$, ist die Voraussetzung einer Normalverteilung nicht gegeben.

Wie Tabelle 23, die die Ergebnisse des Shapiro-Wilk-Tests dokumentiert, entnommen werden kann, ist dies lediglich für eine der Skalen, *Diagnostik*, im physikdidaktischen Fragebogen der Fall ($p = .021$). Da der t -Test für abhängige Stichproben aber relativ robust auf Voraussetzungsverletzungen reagiert (Bortz, 2005, S. 145), ist das noch kein Ausschlusskriterium für die betroffene Skala. Im Falle einer nicht vorhandenen Normalverteilung erlaubt eine positive Korrelation r (Pearson) der Messreihen (Prä-Post-Vergleich) dennoch die Durchführung eines t -Tests. Da dies für die Skala *Diagnostik Physik* mit $p = .021$ aber $r = .553$ gegeben ist (vgl. Tabelle 23), kann für alle drei

betrachteten Skalen in beiden Veranstaltungen ein *t*-Test für abhängige Stichproben als Mittelwertvergleich durchgeführt werden. Die Ergebnisse des entsprechenden Prä-Post-Vergleichs werden in Abschnitt 7.3 beschrieben und diskutiert.

Tabelle 23: Dokumentation der Prüfung auf Normalverteilung und positive Korrelation (Ph: Skala im physikdidaktischen Fragebogen, M: Skala im mathematikdidaktischen Fragebogen).

Ergebnisse der Prüfung der Voraussetzungen für <i>t</i> -Test abhängiger Stichproben				
Skala		Shapiro-Wilk-Test		Korrelation
		Statistik	Signifikanzniveau	
Kenntnis von Grundbegriffen	Ph	$D(38) = .965$	$p = .281$	$r = .676$
	M	$D(21) = .974$	$p = .817$	$r = .317$
Diagnostik	Ph	$D(38) = .931$	$p = .021$	$r = .553$
	M	$D(21) = .929$	$p = .129$	$r = .565$
Förderung	Ph	$D(38) = .947$	$p = .072$	$r = .343$
	M	$D(21) = .953$	$p = .395$	$r = .467$
Relevanz	Ph	$D(38) = .967$	$p = .324$	$r = .648$
	M	$D(21) = .951$	$p = .362$	$r = .528$

Neben dem Gruppenvergleich für die jeweilige Veranstaltung lohnt sich ein Blick auf die acht Studierenden im Längsschnitt, auf die die vorliegende Arbeit fokussiert. Dazu wurden die einzelnen Personen-Scores mittels eines abhängigen *t*-Tests auf signifikanten Veränderungen geprüft. Auch diese Ergebnisse werden in Abschnitt 7.3 beschrieben und diskutiert.

Prä-Post-Vergleich hinsichtlich der Zustimmung zu einzelnen Items

Insbesondere für die Relevanzeinschätzung und die Items aus dem Interviewfragebogen, aber auch für die Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung scheint es in einem zweiten Schritt interessant, diejenigen Items zu identifizieren, die im Prä-Post-Vergleich eine besonders auffällige Veränderung zeigen. Um also alle Items auf vorhandene Unterschiede im Prä-Post-Vergleich zu untersuchen, wurde mithilfe des Wilcoxon-Tests für verbundene Stichproben ein paarweiser Vergleich der Zustimmung (Rohdaten) zu den einzelnen Prä- und Post-Items durchgeführt. Dieser ist für ordinal-

kalierte Variablen, wie sie insbesondere bei Rohdaten basierend auf Likert-Skalen vorliegen, vorgesehen und prüft, ob die Mediane der beiden Messzeitpunkte eine signifikante Differenz aufweisen (Field, 2013, 228ff). Die Ergebnisse der Wilcoxon-Tests werden ebenfalls in Abschnitt 7.3 dargestellt und besprochen.

6.2 Auswertung der Diagnoseprozesse in den schriftlichen Analysen und Videoaufzeichnungen

Wie bereits zu Beginn des Kapitels erwähnt, erfolgt die Auswertung der Diagnoseprozesse in den schriftlichen Analysen und Videoaufzeichnungen entlang des von Mayring (2015) beschriebenen Verfahrens der Qualitativen Inhaltsanalyse, da u. a. das darin enthaltene Zusammenspiel von deduktivem und induktivem Vorgehen zum explorativen Charakter der vorliegenden Arbeit passt. Die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) zeichnet sich dabei besonders durch ein strukturiertes Vorgehen aus, das verschiedene aufeinanderfolgende Schritte vorsieht, die in den folgenden Abschnitten dokumentiert werden. Das Zentrum bildet die Entwicklung eines Kategoriensystems (deduktives Ableiten von Kategorien, induktive Ausschärfung an ausgewählten Daten, Anwendung auf gesamten Datensatz; vgl. Abschnitt 6.2.2). Vorauslaufend zur Kodierung sind einige Bedingungen zu deren Anwendbarkeit zu schaffen, wie z. B. die Nutzbarmachung der Daten in Form einer entsprechenden Aufbereitung und softwaregestützten Auswertung (vgl. Abschnitt 6.2.1) sowie die Festlegung der jeweiligen Kodiereinheiten (enthalten im Kodiermanual, vgl. Abschnitt 6.2.2). Abschließend werden die Aufbereitung und Auswertung der Kodierungen vorgestellt (vgl. Abschnitt 6.2.3) sowie zur Gewährleistung der Güte der basierend auf den Kodierungen gezogenen Schlüsse die Beurteilerübereinstimmung untersucht (vgl. Abschnitt 6.2.4).

6.2.1 Aufbereitung der Daten und softwaregestützte Kodierung

Zur Vorbereitung der angestrebten inhaltsanalytischen Auswertung wurden die auf Video aufgezeichneten Analysen der Studierenden transkribiert. Die Transkription erfolgte durch eine studentische Hilfskraft und folgte den Regeln eines in der Arbeitsgruppe entwickelten Transkriptionsleitfadens (vgl. Anhang G; u. a. Kost, 2020), der

auf den Grundsätzen zur Transkription nach Bohnsack (2014) basiert. Zur Transkription wurde die Software f4transkription (audiotranskription, 2015) genutzt. Nach der Erstellung der jeweiligen Erstfassung durch eine Hilfskraft erfolgte eine Kontrollschleife durch die Autorin der Arbeit, in der unklare Stellen überarbeitet sowie stichprobenartig die Setzung der Zeitmarken überprüft wurden. Insgesamt beschränkt sich die Transkription auf die Arbeitsphasen der Sitzungen, in denen Diagnostik betrieben werden sollte, auch wenn der Einfachheit halber immer die gesamte Sitzung aufgezeichnet wurde. Zudem erfolgte im Rahmen dieser inhaltlichen Aufbereitung eine entsprechende Anonymisierung.

Das Vorgehen bei der Aufbereitung der schriftlichen Analysen gestaltete sich insgesamt weniger umfangreich. Die in Form von Paper-Pencil-Test abgegebenen Transkriptanalysen enthielten von Vorneherein als individuelle Angaben nur den Personencode und mussten dementsprechend nicht weiter anonymisiert werden. Bevor sie als PDF-Dokumente digitalisiert werden konnten, musste also lediglich kenntlich gemacht werden, welche Aspekte die Studierenden nach dem Prompt ergänzt hatten. Dazu wurden die in einer anderen Stifffarbe getätigten Notizen durch eine studentische Hilfskraft von Hand zur klaren Begrenzung zusätzlich eingerahmt und mit einem markanten Symbol (Stern) versehen.

Nach der Aufbereitung dieser beiden Datenquellen wurden die entsprechenden Dokumente in die Kodiersoftware MAXQDA eingeladen und entlang der zeitlichen Abfolge sowie der Zusammenarbeit mit dem Diskussionspartner strukturiert. Die so in MAXQDA angelegten Projekte³⁷ enthalten für jede*n Proband*in bis zu vier schriftliche Analysen bzw. bis zu zehn Videos mit Transkripten. Individuelle Abweichungen von der maximal zu erwartenden Datenmenge ergeben sich aus Abwesenheit oder aufgrund von technischen Problemen bei der Datenerhebung. Tabelle 24 gibt einen Überblick über die für jede*n einzelne*n Proband*in vorliegenden Daten.

³⁷ Da die schriftlichen Analysen auf PDF-Dokumenten basieren und die videografierten Analysen auf Videos und zugehörigen Transkripten in Textform, wurden zwei getrennte Projekte angelegt.

Tabelle 24: Übersicht über die betrachteten Personen, ihre Zusammenarbeit im Rahmen der videografierten Analysen sowie die Vollständigkeit des jeweiligen Datensatzes (Ph: Physikdidaktik, M: Mathematikdidaktik, x: gegenseitige Zusammenarbeit; in grau: Gruppenmitglieder, die nicht ausgewertet wurden).

Gruppe	Personen-code	Zusammenarbeit Ph	Zusammenarbeit M	Sitzungen
1	AN18HE	x	x	8 Sitzungen Ph, 1 Sitzung M (fehlend: Physik Wärmelehre 2. Termin)
	MA12LI			
	CO22SC	SI25FR		9 Sitzungen Ph, 1 Sitzung M
2	SI13HA	x	x + BI01BE	9 Sitzungen Ph, 1 Sitzung M
	AG11KA			
3	TH07WE	x		7 Sitzungen Ph, 1 Sitzung M (fehlend: Physik Stromkreise 1./2. Termin)
	GA25HA			
4	JU16GI	CL15GI	+ JU23WI, LI27GI, BR21SI, IR18DA, PE29AL	9 Sitzungen Ph, 1 Sitzung M

Die Nutzung der Software MAXQDA 2018 (VERBI Software, 2018) erlaubt eine sehr präzise qualitative Analyse unterschiedlicher Dateiformate (Audio, Video, Text, PDF) auf Zehntelsekunden bzw. Satzzeichen genau, verfügt über eine Vielzahl integrierter Analysefunktionen (Ausgabe kodierter Daten, komplexe Suchfunktionen, Summaries, Häufigkeiten, Matrizen, Visualisierungen, etc.) und ermöglicht eine übersichtliche Strukturierung und Organisation der Daten. Für die Analyse werden dazu einerseits die Daten eingepflegt und nach Belieben entlang von Gruppen geordnet oder zusammengefasst (vgl. Abbildung 14, *Liste der Dokumente* in der oberen linken Ecke). Dabei können Audio- oder Videodateien über Zeitmarken mit Transkripten verknüpft werden. Andererseits muss ein (hierarchisch organisiertes) Codesystem angelegt werden, das letztendlich das in Abschnitt 6.2.2 beschriebene Kategoriensystem abbildet (vgl. Abbildung 14, *Liste der Codes* in der unteren linken Ecke). Zur Visualisierung dokumentiert Abbildung 14 die Programmoberfläche der Software. Das bearbeitete Dokument

wird im Zentrum der Programmoberfläche angezeigt³⁸ (vgl. Abbildung 14, *Dokument-Browser* bzw. *Multimedia-Browser*). Die Kodierung erfolgt über ein Drag-and-Drop-Verfahren: Im *Dokument-Browser* wird mit der Maus ein relevanter Abschnitt (Zeitspanne, Text oder Fläche) markiert und dann links in die *Liste der Codes* auf den entsprechenden Code gezogen. MAXQDA markiert daraufhin die entsprechende Stelle mit dem ausgewählten Code und ermöglicht dabei eine beliebig geartete Überlappung beliebig vieler Codes (vgl. Abbildung 14, in der am Video eine Zeitspanne mit Bearbeitung kodiert wurde und das zugehörige Transkript Codes des Diagnoseprozesses – Beschreibung, Deutung, Ursachenforschung und Konsequenz – enthält).

³⁸ Die Anordnung der einzelnen Fenster kann beliebig gestaltet werden, die Überlagerung von Dokument-Browser und Multimedia-Browser in der gewählten Darstellung dient nur zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Datenarten.

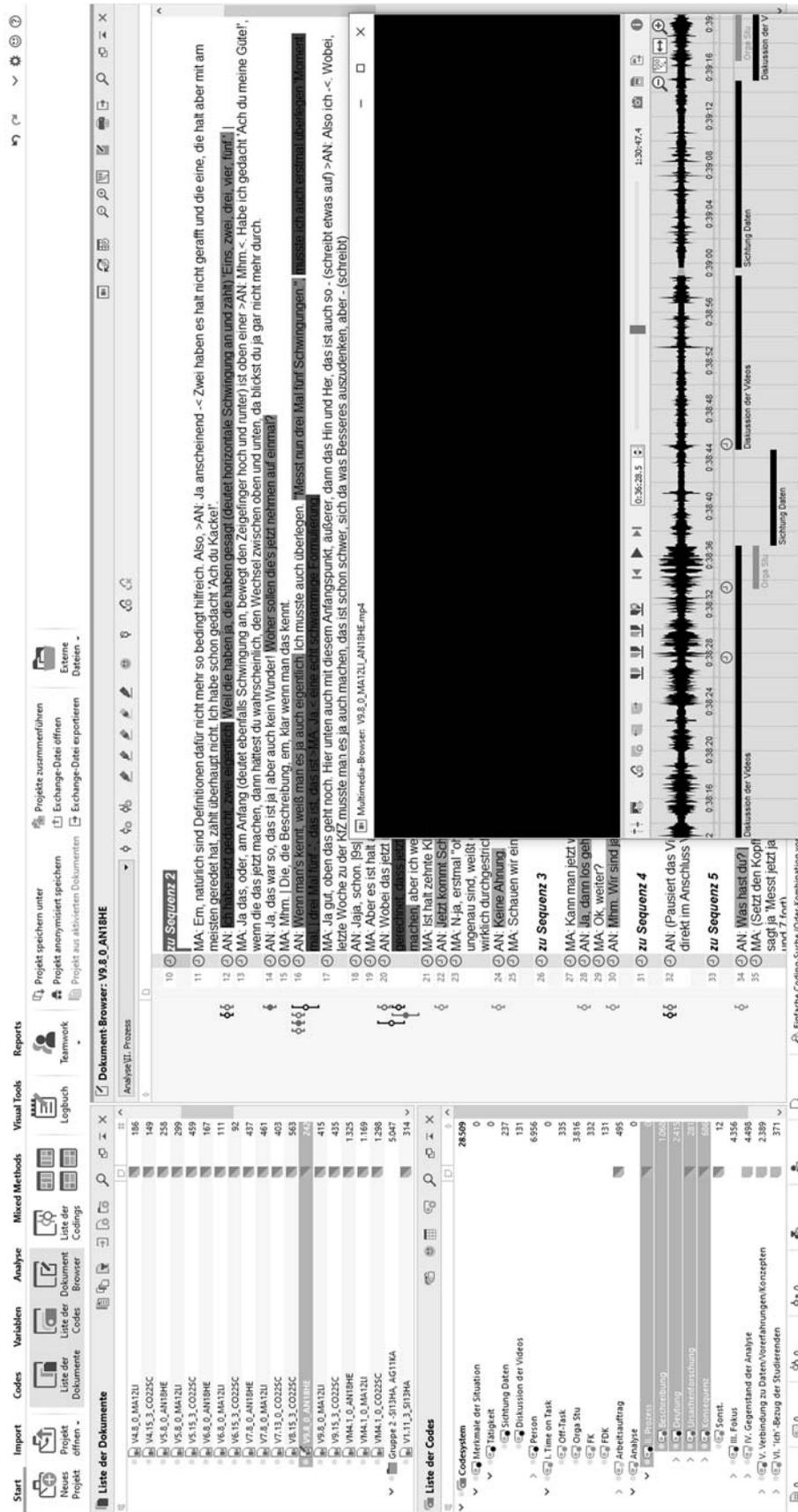


Abbildung 14: Programmoberfläche MAXQDA 2018.

6.2.2 Entwicklung und Beschreibung des Kategoriensystems

Die Entwicklung des Kategoriensystems orientiert sich am allgemeinen Ablaufmodell strukturierender Inhaltsanalysen nach Mayring (2015, S. 98). Die Inhaltsanalyse verfolgt das Ziel, eine angenommene Struktur aus einem Datensatz zu extrahieren und nutzt dazu ein in erster Linie deduktiv entwickeltes Kategoriensystem. Die folgende Tabelle 25 stellt das Ablaufmodell in seinen Grundzügen dar und skizziert, in welchen Ausschnitten dieses Abschnitts die konkreten und detaillierten Informationen für das entwickelte Kategoriensystem beschrieben wurden.

Tabelle 25: Ablaufmodell strukturierender Inhaltsanalyse nach Mayring (2015, S. 98) inkl. Zuordnung der Ausführungen in der vorliegenden Arbeit.

Ablaufmodell strukturierende Inhaltsanalyse (Mayring, 2015, S. 98)	Ausschnitt in der vorliegenden Arbeit
Schritt 1 Bestimmung der Analyseeinheit	siehe Schritt 4
Schritt 2 Festlegung der Strukturierungsdimensionen (theoriegeleitet)	Operationalisierung des Diagnoseprozesses für die vorliegende Arbeit (Abschnitt 2.1.4) als Grundlage; daraus Entwurf eines <i>Kategoriensystems</i> (dieser Abschnitt)
Schritt 3 Bestimmung der Ausprägungen (theoriegeleitet), Zusammenstellung des Kategoriensystems	<i>Kategoriensystem</i> in diesem Abschnitt
Schritt 4 Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln zu den einzelnen Kategorien	<i>Kodiermanual</i> und <i>Kodierablauf</i> in diesem Abschnitt; enthält neben der Analyseeinheit (Schritt 1) Beschreibungen, Indikatoren und Ankerbeispiele
Schritt 5 & 6 Materialdurchlauf: Fundstellenaufbereitung sowie Bearbeitung und Extraktion der Fundstellen	Erprobung und induktive Erweiterung/Ausschärfung, integriert in <i>Kategoriensystem</i> , <i>Kodiermanual</i> und <i>Kodierablauf</i>
Schritt 7 Überarbeitung und ggf. Revision von Kategoriensystem und -definitionen	
Schritt 8 Ergebnisaufbereitung	<i>Aufbereitung der Kodierungen</i> in diesem Abschnitt

Kategoriensystem

Abbildung 15 zeigt eine reduzierte Übersicht des im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelten Kategoriensystems (z. T. in enger Zusammenarbeit mit einem auf vergleichbaren theoretischen Ansätzen fußenden Projekt zu Reflexionsprozessen von Studierenden, vgl. Kost, 2020).

Vorkodierung	Diagnostik	Ergänzung
0 – Merkmale Situation	II – Prozess	V – Verbindungen
Tätigkeit (Video: Sichtung der Daten, Bearbeitung diagn. Aufgaben)	Beschreibung von Beobachtungen	Rückgriff Daten/Erfahrungen
Person (Text: Gruppenpartner, Dozentin)	Deutung	Quer-/Rückbezug
I – Time on Task	Ursachenforschung	Theoriebezug
Off-Task	Konsequenz	Verbindung Komponenten
Fachliche Klärung, fachliche Aussage	Sonst.	VI – „Ich“-Bezug
Fachdidaktische Klärung	III – Fokus	Bezug
Organisation Studierende	Schüler*innen	Schwierigkeit
Analysis (Ausdifferenzierung in den Kategorien II – IV)	Lehrkraft	Erleben
	Material/Instruktion	
	Experiment/Sachverhalt	
	Sonst.	
	Interaktion	
	IV – Gegenstand	
	Fachinhaltlich orientierte Aspekte	
	Fachdidaktisch orientierte Aspekte	
	Motivational-emotional orientierte Aspekte	
	Soziale Aspekte	
	übergeordnete Faktoren des Arbeitsprozesses	
	Heterogenität	
	Sonst.	

Abbildung 15: Reduziertes Kategoriensystem (Kategorien 0 bis VI inkl. charakterisierender Codes auf Schlagwortebene; die ausführliche Version inkl. Kodierablauf kann Anhang H entnommen werden).

Beim Entwurf des Kategoriensystems wurde zuerst auf die Forschungsfragen fokussiert und für eine Hauptkodierung zur Diagnostik Kategorien angelegt, die zu deren Beantwortung sinnvoll erscheinen. Die Auswahl der entsprechenden Kategorien wurden aus zentralen Elementen des dieser Arbeit zugrundeliegenden theoretischen Hintergrundes deduktiv abgeleitet. Die Kategorien erfassen damit den Prozess des Analysierens (Kategorie II; vgl. Komponenten eines Diagnoseprozesses in Abschnitt 2.1.4), den Fokus der Analyse (Kategorie III; vgl. Videoanalysen als Stimulus eines auf Schüler*innen gerichteten Fokus in Abschnitt 3.2) und den Gegenstand der Analyse (Kategorie IV; vgl. theoretische Anbindung durch (fach-)didaktische Überlegungen in Abschnitt 2.1.4).

Gleichzeitig fand eine Sichtung der Erprobungsdaten statt, um auf induktivem Wege einzelne Kategorien anzupassen, zu differenzieren und weitere Kategorien zu ergänzen. Neben den für die Analyse der Fragestellungen zentralen Hauptkategorien entstanden so vier weitere Kategorien, von denen sich zwei im Sinne einer Vorkodierung der Struktur der Analysen widmen und zwei die Hauptkategorien in zwei unterschiedliche Stoßrichtungen ergänzen. Die Kategorien der Vorkodierung erfassen Merkmale der Situation (Kategorie 0) und die Time on Task (Kategorie I)³⁹, die Kategorien der Ergänzung beinhalten einerseits Verbindungen zu Daten, Vorerfahrungen oder Konzepten (Kategorie V⁴⁰), andererseits einen „Ich“-Bezug der Studierenden als emotionale, motivationale bzw. volitionale Komponente des Diagnoseprozesses (Kategorie VI⁴¹). Insgesamt umfasst das Kategoriensystem also sieben Kategorien.

³⁹ Die beiden Kategorien der Vorkodierung beschreiben im Vergleich zu allen anderen Kategorien Gruppenvariablen.

⁴⁰ Die Kategorie V – Verbindungen zu Daten/Vorerfahrungen/Konzepten stellt eine Erweiterung der Kategorie IV – Gegenstand der Analysen dar und beschreibt, aus welchem Kontext die verwendeten Inhalte herangezogen werden

⁴¹ Die Kategorie VI – „Ich“-Bezug der Studierenden greift das Erleben der Studierenden auf und erfasst damit Aspekte des Fragenkomplexes c).

Kodiermanual

Zur Anwendung des soeben beschriebenen Kategoriensystems auf einen Datensatz bedarf es eines Kodiermanuals, das im Sinne einer Vorschrift festlegt, wann Aussagen, Textpassagen etc. einer bestimmten Kategorie zugewiesen werden sollen. Dabei beinhaltet das Kodiermanual eher allgemeine Beschreibungen der unterschiedlichen Kategorien, kurze Beschreibungen bzw. Definitionen der darin enthaltenen, die Kategorie charakterisierenden Codes sowie Indikatoren für deren Zuweisung und anschauliche Ankerbeispiele. Ein entsprechendes Kodiermanual wurde unter Rückgriff auf eine Examensarbeit und unter Mitwirkung eines Kollegen erstellt bzw. ausgeschärft und dabei in Anlehnung an bereits bestehende Kodiermanuals aus der Arbeitsgruppe von Aufschnaiter gestaltet (vgl. Hofmann, 2015; Steckenmesser-Sander, 2015; Kost, 2020). Die finale und vollständige Version kann in Anhang I eingesehen werden, der soeben beschriebene Aufbau wird in Tabelle 26 anhand der Codes *Ursachenforschung* (Kategorie II – Prozess des Analysierens) und *Erleben* (Kategorie IV – Gegenstand der Analyse) veranschaulicht.

Tabelle 26: Beispielhafter Auszug aus dem Kodiermanual für die Codes *Ursachenforschung* (Kategorie II – Prozess des Analysierens) und *Erleben* (Kategorie IV – Gegenstand der Analyse).

Code	Beschreibung	Indikatoren Der/die Studierende...	Beispiel
Kategorie II – Prozess des Analysierens			
<i>Ursachenforschung</i>	Angabe von Erklärungen und Begründungen für die Beobachtungen und Deutungen; Vermutungen darüber, warum etwas passiert sein könnte.	a) <u>sachspezifisch</u> : ...erklärt ein Ereignis unter Rückgriff auf Regeln und/oder Fakten, die den Sachverhalt betreffen (z. B. Erfahrungsbezug, Anforderungsniveau).	a) Das ist eine typische Fehlvorstellung, <u>da es sich um ein modellbasiertes Konzept handelt.</u>
		b) <u>situationspezifisch</u> : ...erklärt ein Ereignis durch andere Ereignisse in der konkreten Situation (z. B. Formulierungen/Beispiele in der Aufgabe, soziale Rahmenbedingungen).	b) [...] und einmal liegt es auch an der schwammigen Formulierung des Lehrers.
		c) <u>lernerpezifisch</u> : ...erklärt ein Ereignis mithilfe individueller Merkmale der Schüler*innen (z. B. S*S-Vorstellungen, kogn. Fähigkeiten, mot./vol. Bereitschaften, häusliche/kulturelle/ soziale Situation).	c) [...] da können wir auch sagen, dass, äh, wir hatten ja auch bei den Schülervorstellungen, dass, em, höhere Geschwindigkeiten direkt als Beschleunigung gesehen werden.
Kategorie IV – Gegenstand der Analyse			
<i>Erleben</i>	Kommentare zu Erlebensäußerungen und –qualitäten im Rahmen der betrachteten Lehr-/Lernsituation.	... identifizieren positives, neutrales oder negatives Erleben innerhalb der Lehr-/Lernsituation. ... verweist auf intrinsische Motivation (Kompetenzerleben, Autonomieerleben, Erleben sozialer Eingebundenheit) oder Frustration.	[...] und insbesondere glaube ich, dass da kein positives, also keine Erleben von Kompetenz verursacht, sondern eher, dass sie das, em, als negativ empfinden, [...]

Die Kodierung erfolgt ausschließlich eventbasiert, d. h. der/die Kodierer/-in wählt nicht nur einen inhaltlich passenden Code aus, sondern legt auch dessen Anfangs- und Endpunkt fest. Insgesamt beinhalten die Codes, die die Kategorien charakterisieren, ihrerseits häufiger eine weitere Unterteilung in Unter-codes zur präziseren Ausdifferen-

zierung, Abgrenzung und Formulierung der Indikatoren, welche entweder aus theoretischen Überlegungen oder auch aus dem induktiven Prozess heraus Sinn ergeben haben (bspw. die Unterteilung der Prozesskomponenten in wertende und interpretative Deutungen, sach-, situations- und lernerspezifische Ursachen sowie situationsbezogene, verallgemeinernde und nächste Konzepte benennende Konsequenzen). Diese Unterteilung wird zwar im Kodierprozess erfasst, im Zuge der Auswertung jedoch meist vernachlässigt, weil die Häufigkeit der Ereignisse niedrig ist und sich damit im Grenzbereich dessen bewegt, was angemessen trennscharf kodiert werden kann. Dennoch hilft die Unterteilung, die jeweils übergeordnete Kategorie besser erfassen zu können.

Kodierablauf

Alle Daten, die für die Beantwortung der Forschungsfragen im Rahmen dieser Arbeit herangezogen wurden, wurden ausschließlich von der Autorin kodiert. Grund dafür war einerseits, dass sich ein Kodiertraining aufgrund der Vielfalt und des Umfangs des Kategoriensystems als sehr anspruchsvoll und aufwendig gestaltet hätte. Andererseits schien die Suche nach studentischen Hilfskräften als zusätzliche Kodierer*innen aufgrund der sensiblen Datenlagen durch deren Integration in das Forschungsvorhaben nahezu aussichtslos. Das Kodiertraining beschränkte sich also fast ausschließlich auf die Autorin der vorliegenden Arbeit, wobei in Bezug auf die Komponenten des Diagnoseprozesses die Möglichkeit wahrgenommen wurde, die Kodierregeln und die Kodierfähigkeit gemeinsam mit einem Kollegen zu diskutieren und zu prüfen, der auf Basis einer vergleichbaren Datenlage eine sehr ähnliche Operationalisierung von Reflexionsprozessen vorgenommen hat (vgl. Kost, 2020). Das Training erstreckte sich über einen Zeitraum von zwei bis drei Monaten im intensiven Austausch mit den Betreuerinnen, dem angesprochenen Kollegen und zeitweise auch der gesamten Arbeitsgruppe und griff auf Daten der Erprobung sowie der erweiterten Stichprobe zurück.

Für die finale Kodierung der relevanten Daten ergab sich aus dem Kodiertraining ein aus Sicht der Autorin praktikabler Kodierablauf, der in seiner Reihenfolge in weiten Teilen dem Aufbau des Kategoriensystems folgt. Die Kodierung der videografierten Analysen beginnt mit den Kategorien 0 (*Merkmale der Situation*) und I (*Time on Task*) ausschließlich am Video. Danach erfolgt ein Wechsel in das zugehörige Transkript der

Videoanalyse, indem die Codes *Organisation Studierende*, *fachliche Klärung* und *fachdidaktische Klärung* aus der Multimedia-Datei in den Dokument-Browser (Text) übertragen werden. Danach werden die Kategorien II (*Prozess des Analysierens*), III (*Fokus der Analyse*) und IV (*Gegenstand der Analyse*) parallel angewendet, da sie zusammen den Inhalt des eigentlichen Diagnoseprozesses markieren. Abschließend wird das gesamte Transkript nochmal unter den Gesichtspunkten der Kategorien V (*Verbindung zu Daten, Vorerfahrungen und Konzepten*) und VI (*Ich-Bezug der Studierenden*) durchgearbeitet. Dies lässt sich aufgrund des eventartigen Charakters der in den Kategorien enthaltenen Codes gut realisieren.

Für die schriftlichen Analysen der Studierenden gestaltete sich der Kodierablauf in Bezug auf die Kategorien II, II, IV und V analog zum Vorgehen bei den videografierten Analysen, eine Vorkodierung in Bezug auf Kategorie 0 und I entfiel dagegen, ebenso wie Kategorie VI. Lediglich die Codes *fachliche Klärung* und *fachdidaktische Klärung* der Kategorie I betraf eine zentrale Änderung: sie wurden nachträglich in die Kategorie II – *Prozess* – integriert, da es auch schriftlich entsprechenden Klärungsbedarf bei den Studierenden gab, wie sich der fachliche Sachverhalt darstellt bzw. wie (fach-)didaktische Theorien konkret definiert sind.

Im physikdidaktischen Datensatz wurde der komplette Kategoriensatz zur Analyse der Daten genutzt. Dies erschien im mathematikdidaktischen Datensatz aus zeitlichen und arbeitsökonomischen Gründen insbesondere für die Kategorien 0 (*Merkmale der Situation*) und I (*Time on Task*) am Video nicht mehr zielführend, da die Sichtung der Daten durch die Studierenden vergleichsweise unstrukturiert verlief und häufig nicht eindeutig von der eigentlichen Diskussion diagnostischer Aspekte getrennt werden konnte. Daher wurde die Vorkodierung am Video nur für eine Gruppe durchgeführt (AN18HE, MA12LI und CO22SC als Gruppe, die sich am längsten mit der Videoanalyse beschäftigt hat), um einen Eindruck über die zeitliche Verteilung der Sichtung, Bearbeitung sowie Time on Task zu erhalten.

6.2.3 Aufbereitung und Auswertung der Kodierungen

In Anlehnung an die unterschiedlich definierten Kategorien und Codes liefert die Analysesoftware MAXQDA im Anschluss an die Kodierung unterschiedliche Daten, z. B.

Zeitanteile (*0 – Merkmale der Situation*) oder spezifische Häufigkeiten (u. a. *II – Prozess des Analysierens*), die im Hinblick auf die Interpretation und Darstellung der Ergebnisse einer mehr oder weniger aufwendigen Aufbereitung bedürfen. Der folgende Abschnitt gibt eine Übersicht über die für die vorliegende Arbeit relevanten Daten, die aus MAXQDA extrahiert werden können, deren Aufbereitung, die daraus resultierenden Ergebnisdarstellungen sowie spezifische Auswertungsmethoden.

Da die Kategorien 0 und I als Vorkodierung am Video vorgenommen wurden, beinhaltet die Ausgabe von MAXQDA für die darin enthaltenen Codes eine Zeitspanne, also die Dauer der jeweiligen Ereignisse. Daraus lässt sich ein Profil der zeitlichen Gestaltung der studentischen Videoanalysen ermitteln, insbesondere der Umfang, den die Studierenden nicht explizit für die Analyse, sondern für Klärungen rundherum genutzt haben (Organisation, fachliche oder fachdidaktische Klärung). Dadurch lassen sich wenig gehaltvolle Analysen (Off-Task) ebenso identifizieren wie scheinbare Schwierigkeiten mit dem fachlichen oder fachdidaktischen Gegenstand, die eine Analyse überlagern. Tabelle 27 veranschaulicht die daraus resultierende Ergebnisdarstellung, für die die Einzelwerte der Codes aufsummiert und Anteile berechnet wurden⁴². Die vollständige Darstellung der Ergebnisse kann Kapitel 7, Abschnitt 7.1 bzw. Anhang K entnommen werden.

⁴² Eine Verlaufsdarstellung der Codes aus der Kategorie 0 und I erschien nicht als zielführend.

Tabelle 27: Ausschnitt der Tabelle zur zeitlichen Gestaltung der Videoanalysen (Angaben pro Gruppe exemplarisch für Sitzung 2).

Physikdidaktik – Sitzung 2, Kräfte und Bewegungen										
Videoanalyse von	AN18HE MA12LI		CO22SC SI25FR		SI13HA AG11KA		TH07WE GA25HA		JU16GI CL15GI	
	Dauer [hh:mm:ss,ms]									
Sichtung Daten	00:05:59,1		00:07:15,1		00:08:18,2		00:07:43,0		00:06:03,8	
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:29:19,6		00:33:33,0		00:29:17,3		00:31:53,5		00:27:54,5	
	Dauer [mm:ss,ms] (links)									
	Anteil [%] an Dauer Bearbeitung (rechts)									
Off-Task	00:00,0		00:01,4	0,1	00:10,9	0,6	00:00,0		03:05,6	11,1
Organisation	03:27,6	11,8	03:28,5	10,4	03:14,3	11,1	05:25,4	17,0	01:46,9	6,4
FK	00:46,8	2,7	01:08,5	3,4	01:19,9	4,5	02:22,9	7,5	00:51,0	3,0
FDK	00:00,0		00:00,0		00:02,1	0,1	00:00,0		00:00,0	

Für die inhaltlichen Kodierungen zur Diagnostik (Kategorien II bis IV) sowie deren Ergänzungen durch die Kategorien V und VI, die sich zeitlich auf die Phasen der Bearbeitung der diagnostischen Aufgaben beziehen, haben sich für die Ergebnisdarstellung in der vorliegenden Arbeit zwei der zahlreichen Ausgabefunktionen von MAXQDA als besonders anschaulich und nützlich erwiesen. Die erste ist eine quantitative Herangehensweise in Form von Häufigkeiten (vgl. Häufigkeitsanalysen nach Mayring, 2015, S. 65). Dazu zählt MAXQDA in jedem einzelnen Dokument das Auftreten eines ausgewählten Codes und bildet eine Gesamtsumme. Dies kann dann in Form einer Tabelle ausgegeben werden und wurde exemplarisch wie folgt aufbereitet (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 28: Ausschnitt *Beschreibungen Videoanalyse* der Häufigkeitstabelle für die *Kategorie II – Prozess des Analysierens* (Ph: Physikdidaktik, M: Mathematikdidaktik, S: Sitzung; vollständige Häufigkeitstabelle siehe Abschnitt 7.1).

Code Beschreibungen in Videoanalyse											
	Ges.	Ph									M
		Bewegung & Kräfte			Stromkreise			Wärme		Pendel	
		S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 9	S 11	S 13	
AN18HE	133	8	7	12	12	13	6	26	-	5	44
MA12LI	179	8	1	17	17	6	4	27	-	28	71
CO22SC	226	9	9	33	33	5	1	29	27	12	68
AG11KA	55	6	6	6	1	1	0	0	15	12	8
SI13HA	70	3	7	3	12	12	0	0	10	17	6
GA25HA	196	12	9	6	-	-	16	37	32	43	41
TH07WE	88	8	4	7	-	-	6	19	8	20	16
JU16GI	106	14	7	8	1	1	1	6	5	3	60
Σ	1053	210			148			241		140	314

Inwiefern sich innerhalb einer Häufigkeitsverteilung signifikante Unterschiede in Bezug auf unterschiedliche Merkmale zeigen, lässt sich mithilfe eines Chi-Quadrat-Tests prüfen. Dabei vergleicht der Chi-Quadrat-Test die Verteilung von zwei (ggf. mehrfach gestuften) Merkmalen mit als gleichverteilt angenommenen Ausprägungen. So lässt sich z. B. der Frage nachgehen, ob die verschiedenen Arten von Ursachen in den schriftlichen Analysen genauso häufig vorkommen wie in den Videoanalysen. Dazu werden die Wahrscheinlichkeiten bzw. erwarteten Häufigkeiten multinomialverteilter Ereignisse mithilfe einer mehrdimensionalen Kontingenztafel (siehe Tabelle 29) geschätzt und mit der beobachteten Verteilung verglichen.

Um den Test durchführen zu können, müssen die einzelnen Beobachtungen voneinander unabhängig sein und eindeutig den Merkmalsausprägungen zugeordnet werden können. Darüber hinaus sollten in höchstens 20 % der möglichen Kombinationen von Merkmalsausprägungen die erwartete Häufigkeit < 5 sein (vgl. Bortz, 2005, S. 177). Sollten in mehr als 20 % aller Kombinationen von Merkmalsausprägungen erwartete Häufigkeiten < 5 vorliegen, darf keine der Häufigkeiten < 1 sein (für größere Kontingenztafeln; vgl. Field, 2013, S. 692). Inwiefern die dahingehend untersuchten

Daten diese Voraussetzungen erfüllen, wird jeweils im zugehörigen Ergebnisteil beschrieben.

Tabelle 29: Aufbau einer mehrdimensionalen Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung (P, Q, X, Y und Z als Merkmalsausprägungen, a, b, c, d, e und f als absolute Häufigkeiten).

		Merkmal A		Merkmal A	
		P	Q	P	Q
beobachtete Häufigkeit	Merkmal B	Merkmal B			
	X	a	b	erwartete Häufigkeiten	X
Y	c	d	Y		
Z	e	f	Z		

Da im Rahmen des Forschungsinteresses dieser Arbeit aber nicht nur die Häufigkeiten und Zeitanteile bestimmter Kategorien eine Rolle spielen, sondern insbesondere auch, ob bestimmte Kategorien gemeinsam auftreten, u. a. bei den Fragen, ob Theoriebezüge in Kombination mit bestimmten Komponenten des Diagnoseprozesses besonders häufig auftreten (vgl. Abschnitt 7.2), wem oder was Ursachen überwiegend zugeschrieben werden (Kombination Ursachen – Fokus, vgl. Abschnitt 7.1) oder auf was sich Ursachen bzw. Konsequenzen am häufigsten inhaltlich beziehen (Kombination Ursachen/Konsequenzen – Gegenstand, vgl. Abschnitt 7.2; exemplarisch veranschaulicht in Tabelle 30), wird in MAXQDA zusätzlich die Funktion der Ausgabe einer Kombination von Codes, die sich überschneiden („Komplexe Coding-Suche, Überschneidung“ bzw. „Code-Relations-Browser“) genutzt. Auf diese Art und Weise kann das gemeinsame Auftreten von Codes in einer Matrix quantitativ dargestellt werden (siehe exemplarische Darstellung in Tabelle 29).

Tabelle 30: Beispiel für eine Matrixdarstellung von Kodierungen in der Kombination Ursachen (U) / Konsequenzen (K) und Gegenstand.

Kat. II	U Sache	U Situation	U Lerner	K Situation	K allge- mein	K notw. Kon- zepte
Kat. IV						
fachinhaltlich - Kenntnisse	32	33	146	376	28	236
fachinhaltlich - fachliche Passung	8	2	11	4	7	
(fach-)didaktisch - Niveauezuschreibungen	41	3	19	20	11	3
(fach-)didaktisch - strukturelle Passung	2	22	1	60	21	2
(fach-)didaktisch - Methodik		12	2	73	34	6
Motivation			2			
Erleben			3			
Interesse			1			
Mitarbeit			4			
soziale Aspekte		2		1		
übergeordn. Faktoren - Arbeitsablauf		2	4	8	1	
übergeordn. Faktoren - allg. kogn. Merkmale						
Heterogenität			2	1		
Sonst.	2	2	2		2	

Die zweite, für die Erarbeitung der Ergebnisse zur Verbindung und Abfolge der Komponenten einer Diagnostik sehr nützliche Ausgabefunktion von MAXQDA ist die der Codelines. Dahinter verbirgt sich sozusagen ein Verlaufsdiagramm, das die Abfolge der Codes im zeitlichen bzw. inhaltlichen Verlauf der Analyse sowie deren Relation (auf Basis der Satzzeichen) abbildet. Auf der y-Achse werden die ausgewählten Codes aufgelistet, die x-Achse markiert die Einteilung des Dokuments in Zeilen (entlang der Zeitmarken des Transkriptes). Das Auftreten eines Codes wird in der jeweiligen Code-Zeile mit einem farblich entsprechenden Balken im passenden Abschnitt der x-Achse veranschaulicht. Tauchen in einem x-Achsen-Abschnitt verschiedene Balken auf, so wurden die entsprechenden Codes gleichzeitig vergeben. Abbildung 16 visualisiert ein

Beispiel eines solchen Verlaufsdiagramms für die Prozesskomponenten der Kategorie II, die Theorie- und Rückbezüge sowie Verbindungen aus Kategorie V unter Berücksichtigung der am Diskurs beteiligten Personen und der Time on Task. Insgesamt ist bei den Verlaufsdiagrammen zu beachten, dass diese für jede einzelne Videoanalyse auf die Bildschirmbreite normiert wurden, um eine angemessene Lesbarkeit zu gewährleisten. Dadurch ist die Länge der einzelnen Codes zwischen unterschiedlichen Gruppen und Videoanalysen nicht vergleichbar.

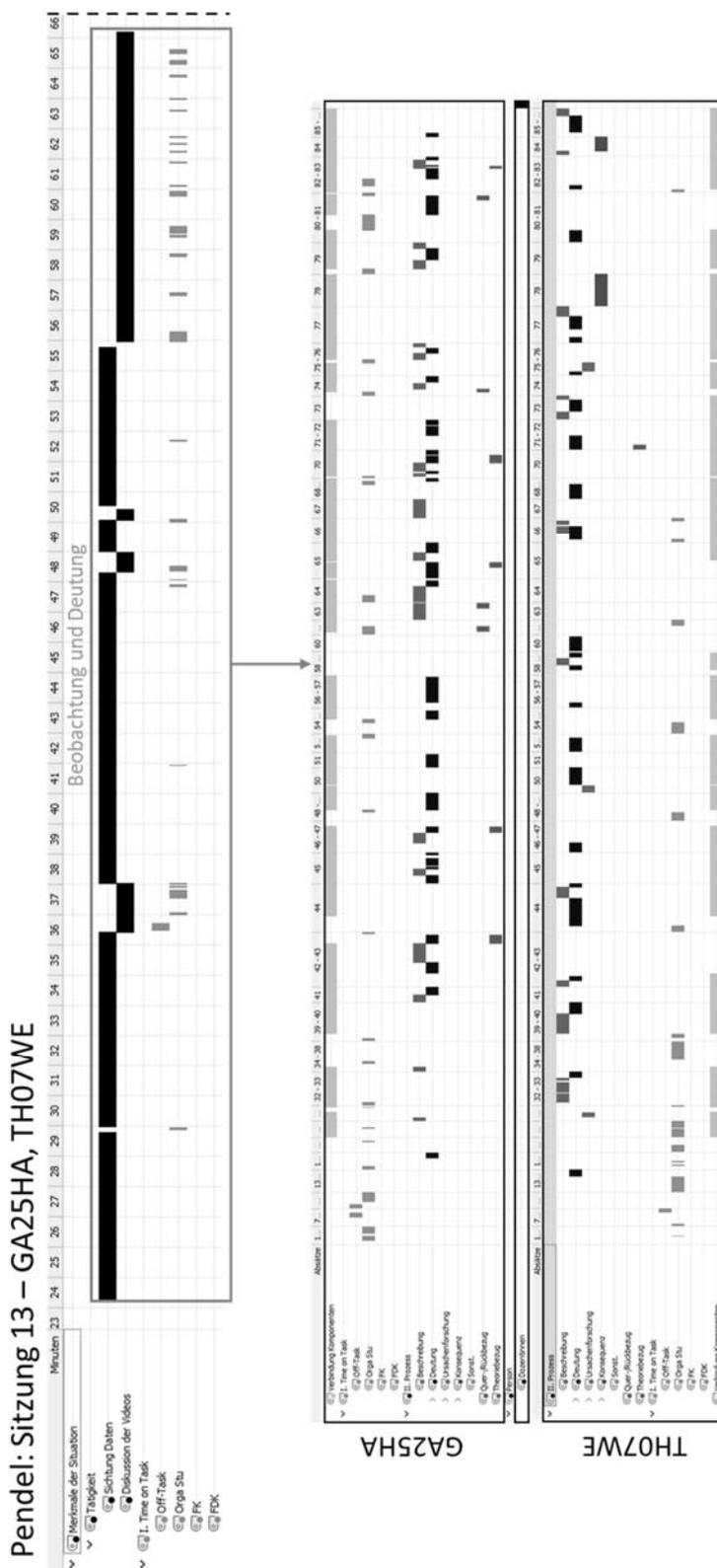


Abbildung 16: Ausschnitt eines Verlaufsdiagramms für die *Kategorien 0 – Merkmale der Situation, I – Time on Task, II – Prozess des Analysierens* und die Codes *Verbindungen, Theorie- und Rückbezüge* unter Berücksichtigung der am Diskurs beteiligten Personen.

Da die inhaltlichen Kategorien der Diagnostik (Kategorien II bis IV) sowie ein Teil der Ergänzungen auch zur Auswertung der schriftlichen Analysen der Studierenden genutzt wurden, ergeben sich aus MAXQDA auch für diese Daten in erster Linie quantitative Häufigkeitstabellen in Anlehnung an Tabelle 28 (s. a. Abschnitt 7.1 und 7.2). Die Funktion der Codelines steht bei der Auswertung der schriftlichen Analysen der Studierenden allerdings nicht zur Verfügung, da diese auf Scans von Paper-Pencil-Dokumenten basieren, die als pdf-Dokumente in MAXQDA eingepflegt wurden. Um dennoch auf ein vergleichbares Produkt in Bezug auf die Abfolge und das Zusammenspiel der Komponenten des Diagnoseprozesses und deren Inhalt zurückgreifen zu können, wurden entsprechende Verlaufsdiagramme für die schriftlichen Analysen händisch erzeugt. Dazu wurde eine Tabelle angelegt, die auf der Y-Achse die Zeilen des Transkriptes und damit den chronologischen Verlauf des dokumentierten Bearbeitungsprozesses abbildet und auf der x-Achse Spalten für die Prozesskomponenten Beschreibung, Deutung, Ursache und Konsequenz enthält (sowie gleichzeitig den Prompt berücksichtigt; vgl. Abschnitt 5.1.3). Nach der Kodierung der Kategorien II und IV wurden die Codes entlang ihrer Zuordnung zu bestimmten Zeilen des transkribierten Bearbeitungsprozesses in die Tabelle übertragen und mithilfe von Indizes entlang der chronologischen Abfolge nummeriert, wobei gleiche Indizes einer inhaltlichen Verknüpfung der unterschiedlichen Komponenten oder einer erneuten Nennung des Aspektes entsprechen. Ein konkretes Beispiel für eine entsprechende Aufbereitung der Kodierungen kann Abbildung 17 entnommen werden.

Code	GA25HA - Mathe prä							
	vor Prompt				nach Prompt			
Zeile TS	B	D	U	K	B	D	U	K
1								
2	B2	D2	D1					
3		D3						
4		D4						
5		D5			D18			
6		D6						
7								
8								
9								
10								
11		D7						
12								
13								
14								
15	B8							
16	B9	D9						
17								
18	B9	D9			D19			
19								
20								

Legende Verlaufsdiagramme schriftliche Analysen:

y-Achse Zeilen des Transkripts (TS; von oben nach unten)

Welche Komponenten wo? (Farbe + Spalte)

B Beobachtung
D Deutung
U Ursache
K Konsequenz

Abfolge und Verknüpfung der Komponenten (Indizes)

D1 Nummerierung an einer Stelle genannter Aspekte entlang der Chronologie des Transkriptes

Inhaltlicher Gegenstand (Schraffierung)

fachinhaltlich orientiert
strukturell orientiert
emotional/ motivational/ volitional/ sozial orientiert
andere Faktoren (eingerahmt)

Abbildung 17: Exemplarische Veranschaulichung der Verlaufsdiagramme für die schriftlichen Analysen der Studierenden.

6.2.4 Güte der Kodierungen – Beurteilerübereinstimmung

Eine qualitative Inhaltsanalyse auf der Basis von Kodierungen erfordert im Sinne eines Gütekriteriums eine Absicherung der vorgenommenen Interpretationen (Überprüfung der intersubjektiven Anwendbarkeit des Kodiermanuals). Dazu kann eine Beurteilerübereinstimmung ermittelt werden. Hinter dem Begriff der Beurteilerübereinstimmung verbirgt sich ein statistisches Maß, das eine Bewertung der Reliabilität des Kodiermanuals zulässt (Wirtz & Caspar, 2002). Es veranschaulicht, wie wahrscheinlich es ist, dass zwei Personen, die das Kodiermanual nutzen, zu ähnlichen bzw. vergleichbaren Kodierungen gelangen (Döring & Bortz, 2016, S. 442–445).

Für eine qualitative Inhaltsanalyse, die auf der Zuweisung von Objekten (hier schriftlichen oder sprachlichen Äußerungen) zu Kategorien beruht, wird in der Literatur dazu auf Cohens κ (Kappa) verwiesen (Wirtz & Caspar, 2002, S. 56; Döring & Bortz, 2016, S. 566), welches sich aus der prozentualen Übereinstimmung P_o zweier Kodierer*innen und deren zufälliger Übereinstimmung P_c zusammensetzt:

$$\kappa = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c}$$

Dabei gibt die prozentuale Übereinstimmung P_o den Anteil aller Fälle an, in denen die Kodierung der beiden Kodierer*innen übereinstimmen⁴³. Eine solche Übereinstimmung ist gegeben, wenn zwei Kodierungen eine angemessene (zuvor festgelegte) Überlappung aufweisen, die insbesondere für hoch inferente Kodierungen nicht allzu hoch gewählt werden muss. Im vorliegenden Fall wurde eine Überlappung von 50% gewählt, nachdem im Rahmen einer vorauslaufenden Testphase ermittelt werden konnte, dass bei einer höher gewählten Überlappung bereits wenige Wörter oder Zeichen als Abweichung ins Gewicht fallen, obwohl dieser Unterschied nicht inhaltlich ist (vgl. Kost, 2020, S. 66). Die zufällige Übereinstimmung P_c wird anhand der Anzahl z der zur Verfügung stehenden Codes (Merkmalsausprägungen) ermittelt: $P_c = \frac{1}{z^2}$. Bei vier Codes in einer Kategorie liegt die zufällige Übereinstimmung also bei $P_c = \frac{1}{z^2} = \frac{1}{4^2} = \frac{1}{16}$ (der Sonderfall von nur einem Code innerhalb einer Kategorie liefert $P_c = \frac{z}{(z+1)^2} = \frac{1}{(1+1)^2} = \frac{1}{4}$). Neben der Beurteilerübereinstimmung zwischen unterschiedlichen Kodierer*innen kann das in der Literatur vorgeschlagene Maß Cohens κ zudem für die Intracoderübereinstimmung genutzt werden, bei der die Übereinstimmung der Kodierungen einer Person zu zwei verschiedenen Zeitpunkten bestimmt wird (Gwet, 2008). Zur Beurteilung der Güte der Kodierungen wurde sich für die vorliegende Arbeit auf die Videodaten beschränkt, da diese den größten Datensatz bilden. Auf eine zusätzliche Prüfung der Beurteilerübereinstimmung für die schriftlichen Analysen der Studierenden wurde verzichtet, da die methodische Umsetzung in der genutzten Software MAXQDA auf der Basis von PDF-Dokumenten schwierig und sehr zeitaufwendig ist. Da die schriftlichen Analysen Rahmen der Auswertung aber im Grunde mit dem gleichen Kategoriensystem analysiert wurden, ist davon auszugehen, dass die geprüfte

⁴³ Es ist bei der in der vorliegenden Arbeit durchgeführten Art der Kodierung (eventbasiert) zu erwarten, dass Cohens κ und die prozentuale Übereinstimmung sehr nah beieinanderliegen, da die Zufallsbereinigung (Wahrscheinlichkeit, dass bei selbst gesetzten Grenzen zufällig die passende gewählt wird) sehr klein ausfällt (vgl. Kuckartz (2018, S. 216)).

Beurteilerübereinstimmung anhand der Videodaten auch in Ansätzen auf die schriftlichen Analysen übertragen werden kann. Entlang der in der Literatur üblichen Forderung zur Prüfung der Übereinstimmung an zehn Prozent des Datensatzes (Fischer & Neumann, 2012) wurden daraufhin drei videografierte Analysen der Studierenden ausgewählt, die zur Ermittlung der Intercoderübereinstimmung von einem institutsinternen Kollegen kodiert wurden (Expertise ebenfalls Diagnostik in der Lehrerbildung). Zur Ermittlung der Intracoderübereinstimmung wurde dieser Datensatz zudem im Abstand von zwei bis neun Monaten von der Autorin der Arbeit selbst erneut kodiert. Dabei deckt die Auswahl in Bezug auf die unterschiedlichen Varianzdimensionen sieben der acht betrachteten Personen sowie drei der fünf fachinhaltlichen Kontexte ab und umfasst unter Rückgriff auf die Zeit, die die Studierenden die Videoanalyse bearbeitet haben, 10,4% des videobasierten Datensatzes (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31: Auswahl der Videodaten zur Doppelkodierung (Ph: Physik, M: Mathematik).

inhaltlicher Kontext	Sitzung	Personen-code	Dauer VA (hh:mm:ss)	Anteil an videobasiertem Datensatz (Umfang 35:06:12)
Bewegungen und Kräfte (Ph)	4	TH07WE	00:50:42	2,4%
		GA25HA		
Wärmelehre (Schneemann; Ph)	8	SI13HA	00:37:36	1,8%
		AG11KA		
Lernumgebung Stochastik (M)	10	AN18HE	02:10:49	6,2%
		MA12LI		
		CO22SC		

Die Auswahl der zu prüfenden Kategorien wurde entlang der für die vorliegende Arbeit zentralen Forschungsschwerpunkte zur Strukturierung des Diagnoseprozesses (Schwerpunkt a) und zur Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen (Schwerpunkt b); vgl. Kapitel 4) getroffen. Zur rechnerischen Ermittlung der Beurteilerübereinstimmung wurden demnach die Kategorien *Prozess des Analysierens* (4 Merkmalsausprägungen) und *Gegenstand der Analysen* (7 Merkmalsausprägungen) herangezogen. Er-

gänzt wurden sie im Hinblick auf die Frage nach der Strukturierung des Diagnoseprozesses durch die Einzelcodes *fachliche und fachdidaktische Klärung*⁴⁴ und im Hinblick auf die Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen durch den Einzelcode *Theoriebezug*. Auf die Prüfung der, z. T. induktiv ergänzten UnterCodes (z. B. sach-, situations- und lernerspezifische Ursachen oder kompetenz-/defizitorientierte bzw. unbewertete fachinhaltliche Kenntnisse; vgl. Kodiermanual im Anhang I) wurde aufgrund der bei Kost, 2020 berichteten eher geringen Trennschärfe für die UnterCodes der Prozesskomponenten verzichtet. Dies ist jedoch nicht abträglich für die Beurteilung der Güte der basierend auf den Kodierungen gezogenen Schlüssen, da zur weiteren Interpretation der mittels der Kodierungen erhaltenen Daten die UnterCodes nicht mehr aufgelöst wurden. Die abschließenden Werte für die unter diesen Bedingungen ermittelte Beurteilerübereinstimmung können der nachfolgenden Tabelle 32 entnommen werden. Sie wurden mithilfe der Analysesoftware MAXQDA ermittelt, die beim Vergleich zweier Kodierer*innen des gleichen Dokuments (individuelle Bearbeitung mit unterschiedlicher Dateibenennung) u. a. die Anzahl der Übereinstimmungen mit einem vorher festgelegten Überlappungsgrad und daraus resultierend die prozentuale Übereinstimmung P_o ausgibt (zum detaillierten Vorgehen der Software siehe MAXQDA 2018 Manual, VERBI Software, 2019).

⁴⁴ Vorangegangene Auswertungen an anderen Teilen des Datensatzes lieferten Hinweise darauf, dass fachliche und fachdidaktische Klärungen der Studierenden deren Diagnostik überlagern (vgl. Beretz et al. (2017))

Tabelle 32: Kappa und prozentuale Übereinstimmung im Intercoder- bzw. Intracoder-Vergleich für den Prozess des Analysierens, den Gegenstand der Analyse, die fachliche und fachdidaktische Klärung sowie den Theoriebezug.

Vergleichspaar		Kappa*			prozentuale Übereinstimmung [%]		
Kodier- er 1	Kodier- er 2	Video 1 Physik GA25HA, TH07WE	Video 2 Physik S113HA, AG11KA	Video 3 Mathe AN18HE, MA12LI, CO22SC	Video 1 Physik GA25HA, TH07WE	Video 2 Physik S113HA, AG11KA	Video 3 Mathe AN18HE, MA12LI, CO22SC
Prozess des Analysierens (ohne Untercodes)							
Autorin	Kollege	0,75	0,74	0,46	75,76	75,43	48,06
Autorin	Autorin	0,85	0,85	0,93	85,42	85,42	93,37
Gegenstand der Analyse (ohne Untercodes)							
Autorin	Kollege	0,73	0,71	0,35	73,53	72,00	35,81
Autorin	Autorin	0,90	0,83	0,87	89,73	83,16	87,12
fachliche Klärung							
Autorin	Kollege		0,91			93,33	
Autorin	Autorin		0,90			92,31	
fachdidaktische Klärung							
Autorin	Kollege		0,80			84,85	
Autorin	Autorin		0,93			94,44	
Theoriebezug							
Autorin	Kollege		0,02			26,42	
Autorin	Autorin		0,70			77,78	

* Für die Kategorien *Prozess des Analysierens* und *Gegenstand der Analyse* wurde die Beurteilerübereinstimmung für jedes Video einzeln betrachtet. Dies erscheint für die Einzelcodes *fachliche Klärung*, *fachdidaktische Klärung* und *Theoriebezug* nicht sinnvoll, da die Häufigkeit dieser Codes insgesamt vergleichsweise gering ist, sodass schon kleine Fallzahlen einer Nicht-Übereinstimmung stark ins Gewicht fallen. Daher wurden für diese Codes die drei Videos zusammengefasst.

Neben der soeben beschriebenen und dokumentierten Beurteilerübereinstimmung für die Kategorien II und IV inkl. eng damit verbundener Codes wurde für den Code *Verbindungen Komponenten* ebenfalls ein Algorithmus zur Prüfung der Kodierungen angewendet. Dieser unterscheidet sich zur Reduktion des Arbeitsaufwandes allerdings etwas von dem zuvor beschriebenen formalen Vorgehen der Beurteilerübereinstimmung durch Doppelkodierung und wird deshalb hier gesondert ausgeführt.

Mit dem Code *Verbindungen Komponenten* wurden versucht, zu rekonstruieren, wann die Studierenden einzelne Komponenten des Diagnoseprozesses inhaltlich miteinander verbinden bzw. in den Komponenten aufeinander Bezug nehmen. Vereinfacht formuliert markiert der Code jeweils Passagen, die aufeinander folgend (auch personenübergreifend) in der Diagnostik inhaltlich den gleichen Aspekt betreffen. Da die Identifikation der inhaltlichen Bezugnahme eine höhere Vertrautheit mit den in den Vignetten thematisierten Inhalten erfordert, als eine rein auf strukturelle Merkmale Bezug nehmende Kodierung, wurde ein alternativer Algorithmus zur Prüfung der Kodierungen entworfen, der die Einarbeitung und den Arbeitsaufwand möglichst geringhielt. Für die Prüfung wurde auf Kolleg*innen der Arbeitsgruppe zurückgegriffen, die jeweils zwei bis drei Diskurse der Studierenden inkl. der Kodierung der Autorin des Codes *Verbindung Komponenten* sowie die entsprechende Kodiervorschrift (vgl. Anhang I) vorgelegt bekommen haben. Sie sollten dann in einem zweistufigen Verfahren bewerten, ob sie 1) die Vergabe und Spannweite (Anfangs- und Endpunkt) des Codes aus dem inhaltlichen Kontext heraus nachvollziehen können (Zustimmung) und falls nicht (Abweichung) 2) eine Begründung bzw. einen alternativen Zuschnitt des Codes angeben. So konnte in 22 der 46 (47%) für die vorliegende Arbeit berücksichtigten Diskurse der Studierenden (Videoanalysen) geprüft werden, ob die Vergabe des Codes *Verbindung Komponenten* seitens der Autorin intersubjektiv nachvollziehbar ist. Die Ergebnisse dieser Überprüfung können Tabelle 33 entnommen werden. Darin werden drei Kategorien unterschieden: Zustimmung – die Vergabe und die Spannweite des Codes ist nachvollziehbar –, Abweichung – der Vergabe bzw. Spannweite des Codes wird widersprochen – und Konsens – es gibt einen Vorschlag für einen alternativen Zuschnitt des Codes, der aus Sicht der Autorin nachvollziehbar war und die Kodierung entsprechend überarbeitet wurde. Die Kategorien Zustimmung und Konsens können dann als

Maß zur Beurteilung der Übereinstimmung zusammengefasst und der Abweichung als Nicht-Übereinstimmung gegenübergestellt werden.

Tabelle 33: Übersicht über die Überprüfung des Codes *Verbindungen Komponenten* (Z: Zustimmung, K: Konsens, A: Abweichung; -: fehlende Daten, grau hinterlegt: nicht geprüfte Diskurse) inkl. Zusammenfassung im Hinblick auf die prozentuale Übereinstimmung als Maß für die Güte der Kodierung der Autorin.

	Physikdidaktik												Mathematikdidaktik					
	Sitzung 2 – Bewegung/Kräfte			Sitzung 3 – Bewegung/Kräfte			Sitzung 5 - Stromkreise			Sitzung 8 - Wärme			Sitzung 9 - Pendel			Z	K	A
	Z	K	A	Z	K	A	Z	K	A	Z	K	A	Z	K	A			
AN18HE	8	4	1	24	1	3	12	2	2	-	-	-	18	3	1	41	2	4
MA12LI	11	6	4	32	2	2	16	4	3	21	3	1	21	0	2			
CO22SC	7	3	3	16	1	3	8	0	1	12	1	1	12	0	2			
SI13HA	10	0	1	20	2	2	-	-	-	17	3	3	24	1	2			
AG11KA	3	4	2	4	4	2				0	2	3						
TH07WE																		
GA25HA																		
JU16GI																		
	Übereinstimmung			NichtÜbereinstimmung														
Zusammenfassung	90 % (386)			10 % (41)														

Zur Einschätzung der Güte der Kodierungen lassen sich die über Cohens Kappa ermittelten Werte abschließend in eine qualitative Aussage übersetzen. Traditionell gelten Werte kleiner 0.4 als gering, Werte zwischen 0.4 und 0.6 als akzeptabel, Werte zwischen 0.6 und 0.75 als gut und Werte größer 0.75 als sehr gut (Wertebereich 0 bis 1; vgl. Wirtz & Caspar, 2002, S. 59). Fischer und Neumann (2012, 127f.) haben diese Einschätzung im Hinblick auf die Verwendung niedrig bzw. hoch inferenter Kategorien (direkte Beobachtungen vs. Interpretationen, die die Beurteilerübereinstimmung potentiell beeinträchtigen, dafür aber qualitativ hochwertigere Aussagen generieren) etwas modifiziert:

- $0.0 < \kappa < 0.4$: inakzeptable Übereinstimmung
- $0.4 < \kappa < 0.6$: schwache Übereinstimmung für hoch inferente Kategorien
- $0.6 < \kappa < 0.75$: gute Übereinstimmung für hoch inferente Kategorien
- $0.75 < \kappa < 1.0$: gute Übereinstimmung für niedrig inferente Kategorien

Damit lässt sich abschließend festhalten, dass die Güte der Kodierungen mit Ausnahme dreier Ausreißer insgesamt als gut bis sehr gut beurteilt werden kann ($0.74 \leq \kappa(\text{Prozess}) \leq 0.93$, $0.71 \leq \kappa(\text{Gegenstand}) \leq 0.90$, $0.80 \leq \kappa(\text{fachl./fachd. Klärung}) \leq 0.93$, $\kappa_{\text{Intracoder}}(\text{Theoriebezug}) \leq 0.70$), insbesondere vor dem Hintergrund, dass es sich bei den verwendeten Kategorien und Codes um hoch inferente Einschätzungen handelt, also um hohe Interpretationsleistungen, die in einer Kodierbeschreibung nur schwer abzubilden sind. Die drei kritischen Werte stammen aus der Intercoder-Übereinstimmung und beziehen sich einerseits für den Prozess und Gegenstand auf das mathematikdidaktische Video ($\kappa_{\text{Intercoder}}(\text{Prozess M}) = 0.46$, $\kappa_{\text{Intercoder}}(\text{Gegenstand M}) = 0.35$), andererseits auf den Theoriebezug ($\kappa_{\text{Intercoder}}(\text{Theoriebezug}) = 0.02$). Eine mögliche Erklärung, insbesondere für den niedrigsten Wert beim *Theoriebezug* liegt in der fehlenden mathematischen bzw. mathematikdidaktischen Expertise des zweiten Kodierers, der das Fach nicht studiert hat und somit mathematikbezogene Theoriebezüge nur schwer erkennt.

Neben den wenigen kritischen Werten innerhalb der doch zufriedenstellenden Güte der Kodierungen ist auffällig, dass die Autorin im Intracoder-Vergleich durchgängig bessere Werte aufweist, als im Intercoder-Vergleich mit dem Kollegen und die Pro-

zess-Kodierungen im Intracoder-Vergleich eine umso größere Übereinstimmung aufweisen, je kürzer die Zeitspanne zwischen den beiden Kodierzeitpunkten war. Unter Berücksichtigung dessen, dass die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse ausschließlich auf den Kodierungen der Autorin basieren, scheinen diese hinreichend belastbar und durch den Abgleich mit einem anderen Kodierer im Hinblick auf Willkürlichkeit insgesamt abgesichert.

7 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Dieses Kapitel, in dem die Ergebnisse der beschriebenen Untersuchung dargestellt und anschließend jeweils direkt diskutiert werden, orientiert sich in seinem Aufbau an den in Kapitel 4 vorgestellten Forschungsschwerpunkten: In Abschnitt 7.1 werden zuerst strukturelle Aspekte der studentischen Diagnosen veranschaulicht, welche das Auftreten sowie die Verbindung und Abfolge der definierten Komponenten eines Diagnoseprozesses betreffen. Hierzu werden insbesondere Unterschiede zwischen den Diagnoseanlässen und der potentielle Einfluss von Prompts diskutiert. Nachfolgend wird in Abschnitt 7.2 die Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen beschrieben und in Beziehung zu den Diagnoseanlässen, der Beteiligung einer Lehrkraft an den Lernprozessen und dem Einsatz von Prompts gesetzt. In Abschnitt 7.3 wird abschließend auf das Erleben der Studierenden zur Relevanz von Diagnostik und ihren eigenen diagnostischen Fähigkeiten fokussiert.

7.1 Struktur der Diagnosen

Auftreten der einzelnen Komponenten des Diagnoseprozesses

Im gesamten Datensatz finden sich alle in Abschnitt 2.1.4 modellierten Komponenten des Diagnoseprozesses, wobei sich die einzelnen Studierenden erkennbar untereinander unterscheiden (vgl. exemplarische Darstellung in Tabelle 34; s. a. die ausführliche Darstellung der personenspezifischen Verteilung der Komponenten in Anhang J). Das Auftreten aller Komponenten ist ein Indikator dafür, dass die Studierenden im Rahmen von Diagnoseprozessen zur Formulierung von Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen in der Lage sind.⁴⁵ All diese Komponenten werden aber

⁴⁵ Aus dem Fehlen einzelner Komponenten in bestimmten Analysen sollte eher nicht darauf geschlossen werden, dass die Studierenden diese Komponenten nicht bedienen können. Beispielsweise könnten die Lernprozesse oder die diagnostischen Arbeitsaufträge nicht genügend Hinweise für einzelne Komponenten liefern. Gleichzeitig sollte unsystematisches Spekulieren als eine Art „zwanghaftes“ Aufgreifen aller Komponenten nicht die Zielsetzung einer förderorientierten Diagnostik sein.

nicht immer systematisch bzw. nicht in gleichem Maße genutzt (vgl. exemplarisch Tabelle 34). Eine Gleichverteilung der einzelnen Komponenten ist aus theoretischer Perspektive aber auch aus vielerlei Hinsicht nicht zu erwarten, z. B.: Zu *einer* Beobachtung sind alternative Deutungen denkbar bzw. sogar wünschenswert. Weiterhin können *einzelne* Ursachen und Konsequenzen auf *mehrere* Beobachtungen und Deutungen Bezug nehmen. Zudem verlangen die Suche nach Ursachen und die Formulierung von Konsequenzen vermutlich ein vertieftes Ausgangswissen sowie eine ganzheitliche Durchdringung des betrachteten Lernprozesses und sind damit wahrscheinlich anspruchsvoller. Es ist z. B. denkbar, dass sich mögliche Ursachen und Konsequenzen aus der Perspektive der Studierenden nur schwer herausarbeiten lassen, weil sie beispielsweise zu wenig über die Schüler*innen wissen.

Tabelle 34: Relative personenspezifische Verteilung der Komponenten exemplarisch für die physikdidaktischen Sitzung *Pendel* zur Veranschaulichung deutlicher individueller Unterschiede.

Komponenten des Diagnoseprozesses					
Studierende	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen	Sonst.
AN18HE	15,2 %	51,5 %	9,1 %	24,2 %	0 %
MA12LI	26,9 %	58,7 %	1,9 %	12,5 %	0 %
CO22SC	17,9 %	55,2 %	3,0 %	23,9 %	0 %
SI13HA	39,5 %	25,6 %	0 %	34,9 %	0 %
AG11KA	30,8 %	46,2 %	0 %	17,9 %	5,1 %
GA25HA	35,2 %	53,3 %	0 %	11,5 %	0 %
TH07WE	35,7 %	33,9 %	7,1 %	23,2 %	0 %
JU16GI	18,8 %	56,3 %	6,3 %	18,8 %	0 %

Tabelle 35: Relative Anteil der einzelnen Komponenten an allen diagnostischen Aussagen, zusätzlich differenziert nach dem Diagnoseanlass (SA: schriftliche Analyse, VA: Videoanalyse).

Komponenten des Diagnoseprozesses					
	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen	Sonst.
Gesamt	23,4 %	60,1 %	6,1 %	9,8 %	0,5 %
SA	8,5 %	82,5 %	6,1 %	1,4 %	1,5 %
VA	26,9 %	55,8 %	5,2 %	11,3 %	0,3 %

Vorherrschend in den vier unterschiedlichen Komponenten sind vor allem Deutungen (vgl. Tabelle 35), was zwar ein stabiler Befund für das in der vorliegenden Arbeit beschriebene Projekt ist (bereits früher erstellte Teilauswertungen zeigen ein ähnliches Bild; vgl. Beretz et al., 2017), aber zunächst widersprüchlich zu Ergebnissen in anderen Studien erscheint (z. B. Plöger, Scholl & Seifert, 2015). Die in anderen Studien beschriebenen Ergebnisse deuten darauf hin, dass Noviz*innen (nicht explizit Lehramtsstudierende) eher Sichtstrukturen beschreiben, während Expert*innen sich überwiegend der Tiefenstruktur widmen und besser in der Lage sind, Interpretationen anzustellen. Eine mögliche Erklärung zur scheinbaren Widersprüchlichkeit der vorliegenden Untersuchung liegt in der Definition von Noviz*innen und Expert*innen: Studierende im Rahmen einer Lehrveranstaltung zur Diagnostik können wohl nicht mehr als Noviz*innen bezeichnet werden, wenn sie sich intensiv mit charakteristischen Komponenten einer Diagnostik sowie deren Funktion und Abgrenzung voneinander auseinandersetzen. Zusammengenommen liefern die Befunde beider Studien Hinweise darauf, dass die Gestaltung eines Diagnoseprozesses – beispielsweise vermittelt über charakteristische Komponenten – trainierbar ist. Dies stellt insbesondere vor dem Hintergrund eines Aufbaus bzw. der Entwicklung diagnostischer Kompetenz im Rahmen universitärer Lehre eine zentrale Erkenntnis dar. Dies erweitert beispielsweise den Befund von Gold, Förster und Holodynski (2013) zur Wirksamkeit eines videobasierten Trainings zur Förderung professioneller Wahrnehmung von Klassenführung als Diagnostik-verwandtes Konzept, wobei sich die Art des Trainings durch die häufige Explizierung relevanter Komponenten im Rahmen dieser Untersuchung deutlich vom dort beschriebenen Vorgehen unterscheidet, durch den methodischen Einsatz von Unterrichtsvideos und den Umfang des Trainings aber auch diverse vergleichbare Elemente bestehen.

Während die personenspezifischen Verteilungsunterschiede im Hinblick auf die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Tabelle 34 bzw. Anhang J) auf das allgemeine Auftreten der einzelnen Komponenten abzielten (Forschungsfrage A – 1.1), wird in den folgenden Absätzen ein Blick auf die spezifischen Unterschiede zwischen schriftlichen Analysen und Videoanalysen sowie die thematischen Einbettungen geworfen (Forschungsfragen A – 2 und A – 3). Bei der Betrachtung der Verteilung der Komponenten für die schriftlichen Analysen und die Videoanalysen in Anhang J fällt auf, dass die

Profile der Studierenden deutlich für die beiden unterschiedlichen Diagnoseanlässe *schriftliche Analyse* und *Videoanalyse* variieren. Darüber hinaus lässt sich in Tabelle 35 insbesondere ein deutlicher Unterschied in Bezug auf den Anteil an Deutungen beobachten (SA: 82 %, VA: 56 %), der in den Videoanalysen scheinbar zugunsten von Beschreibungen und Konsequenzen deutlich geringer ausfällt. Das erscheint gleich aus drei Gründen plausibel: 1) Die diagnostischen Arbeitsaufträge zu den Videoanalysen sind häufig deutlich detaillierter und kleinschrittiger angelegt und betonen die unterschiedlichen Komponenten mehr oder weniger explizit (dies gilt insbesondere für die Konsequenzen; vgl. Abschnitt 5.1.4). 2) Es lässt sich vermuten, dass die Bearbeitungsform in Einzel- (schriftliche Analysen) bzw. Partnerarbeit/Gruppenarbeit (Videoanalysen) einen Einfluss auf den größeren Anteil an Beschreibungen hat. Diese Vermutung wird dadurch gestützt, dass im Zuge der schriftlichen Analysen in Einzelarbeit beobachtet werden konnte, dass Beschreibungen häufig nicht ausformuliert wurden, u. U., weil aus Sicht der Studierenden keine Notwendigkeit dazu bestand, sondern lediglich Unterstreichungen an den transkribierten Lernprozessen vorgenommen wurden.⁴⁶ Die Partner- bzw. Gruppenarbeit im Rahmen der Videoanalysen erhöht dagegen die Wahrscheinlichkeit eines Aushandlungsprozesses, in dem die Studierenden in Form von Beschreibungen dem*der Gruppenpartner*in mitteilten, womit sie sich gerade gedanklich beschäftigten oder ihre Deutungen, Ursachen und Konsequenzen sprachlich ausführen. 3) Zuletzt ist denkbar, dass die zeitliche Entzerrung der mündlichen Videoanalysen (im Mittel doppelt so viel Bearbeitungszeit) den Diagnoseprozess im Vergleich zur schriftlichen Transkriptanalyse mit Zeitbeschränkung und Testcharakter entschleunigt und so auch die weniger intuitiven Komponenten (insbesondere Konsequenzen) mehr Berücksichtigung finden.

Neben den allgemeinen Verteilungsunterschieden der Komponenten in Bezug auf den Diagnoseanlass zeigen sich in den Videoanalysen insbesondere für Ursachen und Konsequenzen deutliche Unterschiede, die vom Thema bzw. der Verwendung von

⁴⁶ Da aus Sicht eines Kodierers keine Anhaltspunkte für die Intention einer solchen Unterstreichung vorliegen, wurden Unterstreichungen nicht als Beschreibungen erfasst, auch wenn sie für die Studierenden ggf. eine entsprechende Funktion erfüllten.

Prompts zu diesen Komponenten in den Arbeitsaufträgen abzuhängen scheinen (vgl. Tabelle 36).

Tabelle 36: Relative Verteilung der Komponenten bei den Videoanalysen (VA) für die mit den behandelten Themen wechselnden Arbeitsaufträge (Hervorhebung der im Vergleich besonders geringen Anteile).

VA	Komponenten des Diagnoseprozesses				
	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen	Sonst.
Kräfte (mit Prompt)	15 %	51 %	10 %	23 %	1 %
Strom (ohne Prompt)	30 %	67 %	2 %	> 1 %	> 1 %
Wärme (ohne Prompt)	35 %	64 %	1 %	> 1 %	0 %
Pendel (mit Prompt)	28 %	52 %	2 %	18 %	> 1 %
Mathe (mit Prompt)	37 %	52 %	6 %	5 %	0 %

An dieser Stelle ist es wichtig, daran zu erinnern, dass die thematische Einbettung der diagnostizierten Lernprozesse und die Arbeitsaufträge immer gleichzeitig verändert wurden (keine eindeutige Variablenkontrolle). Während die Arbeitsaufträge zu den Inhalten *Kräfte*, *Pendel* und *Stochastik* (Mathematik) die Komponenten mindestens implizit, einen Großteil sogar explizit mithilfe eines Prompts anregen (jeweils Leitfragen, die auf die Komponenten abzielen bzw. diese sogar konkret benennen; lediglich beim Pendel Vernachlässigung der Ursachen), fokussieren die Arbeitsaufträge zu *Strom* und *Wärme* ausschließlich auf Deutungen, beinhalten aber keinen expliziten Hinweis/Prompt zu dieser Komponente (vgl. Abschnitt 5.1.4). Diese Schwerpunktsetzung spiegelt auch die reale Verteilung der Komponenten wider, in der Ursachen und Konsequenzen nur dann wahrnehmbar auftreten, wenn der Arbeitsauftrag sie mindestens implizit (durch Leitfragen) mithilfe eines Prompts, einforderte. Es scheint daher plausibel, dass die unterschiedliche Verteilung der Komponenten vom unterschiedlich ausführlichen Arbeitsauftrag bzw. der Verwendung von Prompts abhängt. Für die Komponente des Beschreibens relevanter Beobachtungen scheint das allerdings nicht zu gelten, denn obwohl auch das Beschreiben mal im Arbeitsauftrag enthalten war und mal

nicht, stellt sich der Anteil an Beschreibungen nach den ersten Diagnosen (Themenfeld Kraft) als recht stabil dar (ca. 30 %). Das führt zu dem Ergebnis, dass Studierende im Rahmen einer Diagnostik scheinbar recht stabil auch eigenständig auf Beschreibungen und Deutungen zurückgreifen, die Komponenten Ursachen und Konsequenzen dagegen nicht immer prominent im Bewusstsein zu haben scheinen, mit Prompt aber in der Lage sind, Ursachen und Konsequenzen zu konstruieren. Prompts, die implizit oder explizit auf die Komponenten im Diagnoseprozess verweisen, scheinen also insgesamt insbesondere die Komponenten Ursachen und Konsequenzen zu begünstigen.

Insgesamt werden die aus theoretischer Sicht zentralen Komponenten einer förderorientierten Diagnostik, *Ursachen* und *Konsequenzen*, nur in geringem Maße und kaum selbstständig generiert. Dass Studierende lernen, auch diese zu berücksichtigen, ist wichtig, da sich häufig aus den Ursachen oder Konsequenzen konkrete Ansatzpunkte für die weitere Förderung von Lernenden ergeben. Diagnostik als Werkzeug für die Gestaltung von adressatengerechtem Unterricht lebt somit von der fruchtbaren Entwicklung von Fördermaßnahmen ausgehend von Diagnostik, die auch auf Ursachen und Konsequenzen fußt. Es sollte deshalb auf deren Motivation und Anleitung im Rahmen der Erarbeitung eines diagnostischen Prozesses ein verstärktes Augenmerk gelegt werden. Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, genauer zu verstehen, welche Art von Ursachen und Konsequenzen seitens der Studierenden generiert werden. Mithilfe einer groben inhaltlichen Unterteilung werden die genannten Ursachen und Konsequenzen daher nochmal genauer untersucht. Hierbei wird zwischen sach-, situations- und lernerspezifische Ursachen bzw. allgemeinen und situationsspezifischen Konsequenzen sowie notwendigen nächsten Konzepten unterschieden. Tabellen 37 stellt die jeweiligen personenspezifischen Verteilungen für die Videoanalysen bzw. die schriftlichen Analysen dar, Tabelle 38 und 39 dokumentieren die beobachtete Verteilung der unterschiedlichen Arten von Ursachen und Konsequenzen in Abhängigkeit des Diagnoseanlasses bzw. in Abhängigkeit des gemeinsamen physikalischen Kontextes *Kräfte*.

Tabelle 37: Prozentuale Verteilung der Ursachen und Konsequenzen auf die jeweiligen drei Unterarten (sachspezifische/situationsspezifische/lerner-spezifische Ursachen bzw. situationsbezogene/allgemeine/notwendige Konzepte beinhaltende Konsequenzen) entlang der Proband*innen; die Grundgesamtheit bezieht sich auf alle als Ursachen bzw. Konsequenzen kodierten Ereignisse.

Anteil unterschiedlicher Arten von Ursachen								
	Videoanalysen				schriftliche Analysen			
	Sache	Situa-tion	Lerner	Gesamt	Sache	Situa-tion	Lerner	Gesamt
AN18HE	18%	33%	48%	33	0%	0%	100%	1
MA12LI	19%	19%	62%	37	100%	0%	0%	2
CO22SC	5%	29%	66%	41	71%	0%	29%	7
SI13HA	17%	0%	83%	12	71%	0%	29%	7
AG11KA	26%	17%	57%	23	100%	0%	0%	9
GA25HA	38%	17%	46%	24	73%	27%	0%	11
TH07WE	32%	26%	42%	19	56%	22%	22%	9
JU16GI	0%	53%	47%	15	50%	50%	0%	6
Gesamt	19%	25%	56%	204	71%	15%	13%	52

Anteil unterschiedlicher Arten von Konsequenzen								
	Videoanalysen				schriftliche Analysen			
	Situa-tion	allge-mein	notw. Konzepte	Gesamt	Situa-tion	allge-mein	notw. Konzepte	Gesamt
AN18HE	60%	2%	38%	50				0
MA12LI	61%	7%	31%	70				0
CO22SC	62%	10%	27%	117	100%	0%	0%	1
SI13HA	76%	7%	17%	42	0%	50%	50%	2
AG11KA	77%	4%	19%	52	100%	0%	0%	3
GA25HA	62%	15%	23%	71	100%	0%	0%	4
TH07WE	74%	13%	13%	38				0
JU16GI	60%	10%	30%	20	50%	0%	50%	2
Gesamt	66%	9%	25%	460	75%	8%	17%	12

Der Anteil verschiedener Ursachen und Konsequenzen schwankt erkennbar zwischen den verschiedenen Personen (vgl. Tabelle 37). Daher wird auf Basis der in Tabelle 38 und 39 dokumentierten Verteilungen mithilfe eines Chi-Quadrat-Tests geprüft, welche der drei jeweiligen Unterarten der Ursachen bzw. Konsequenzen sich signifikant häufiger im Zuge der Videoanalysen bzw. der schriftlichen Analysen identifizieren lassen (zum Chi-Quadrat-Test vgl. Abschnitt 6.2.3). So lässt sich z. B. der Frage nachgehen,

ob die lernerspezifischen Ursachen in den schriftlichen Analysen genauso häufig vorkommen wie in den Videoanalysen. Die vorliegenden Daten erfüllen die für einen Chi-Quadrat-Test notwendigen Voraussetzungen der Unabhängigkeit der einzelnen Beobachtungen und der eindeutigen Zuordnung zu den Merkmalsausprägungen. Bei der Betrachtung der Ursachen sind alle erwarteten Häufigkeiten > 5 , bei den Konsequenzen sind jeweils 33 % der erwarteten Häufigkeiten < 5 , allerdings gibt es für keine der Kombinationen eine erwartete Häufigkeit < 1 .

Tabelle 38: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und Konsequenzen in Bezug auf den Diagnoseanlass (VA: Videoanalyse, SA: schriftliche Analyse).

		Merkmal A		Merkmal A	
		VA	SA	VA	SA
beobachtete Häufigkeiten	Merkmal B				
		USache	38	37	60
	USituation	51	8	47	12
	ULerner	115	7	97	25
	KSituation	302	9	303	8
	Kallgemein	41	1	41	1
	Knotw.Konzepte	117	2	116	3
		Merkmal A		Merkmal A	
		VA	SA	VA	SA
erwartete Häufigkeiten	Merkmal B				
	USache	60	15	60	15
	USituation	47	12	47	12
	ULerner	97	25	97	25
	KSituation	303	8	303	8
	Kallgemein	41	1	41	1
	Knotw.Konzepte	116	3	116	3

Mithilfe des Chi-Quadrat-Test lässt sich ein signifikanter Verteilungsunterschied zwischen den Videoanalysen und den schriftlichen Analysen für die verschiedenen Arten von Ursachen (sachspezifisch, situationsspezifisch und lernerspezifisch) identifizieren ($\chi^2(2) = 56.70, p < .001$). Während in den Videoanalysen hauptsächlich lerner- und situationsspezifische Ursachen genannt werden, lassen sich in den schriftlichen Analysen überwiegend sachspezifische Ursachen beobachten. Die Größe des Unterschieds lässt sich über die Odds-Ratio ausdrücken, die eine Aussage über das Verhältnis der jeweiligen Vergleichswerte macht. Mit Blick auf die Ursachen zeigt sich, dass die lernerspezifischen Ursachen in den Videoanalysen ca. 8,3-mal häufiger identifiziert wurden als in den schriftlichen Analysen, die situationsspezifischen Ursachen ca. 1,8-mal häufiger. Die sachspezifischen Ursachen treten dagegen ca. 10,8-mal häufiger in den schriftlichen Analysen auf. Bei der zusätzlichen Kontrolle des fachlichen

Themas (beschränkt auf das Themenfeld Kräfte: Vergleich der physikdidaktischen Videoanalysen zu Kräften mit den physikdidaktischen schriftlichen Analysen zu Kräften) verdeutlicht sich der Unterschied insbesondere für die lernerspezifischen Ursachen nochmal ($\chi^2(2) = 22.26, p < .001$; vgl. Tabelle 39): Sie wurden in den Videoanalysen ca. 14,0-mal häufiger identifiziert als in den schriftlichen Analysen. Im Gegensatz dazu treten die situationspezifischen Ursachen in einem ähnlichen Umfang auf (odds ratio($U_{\text{Situation}}$) = 1,30), sachspezifischen Ursachen werden wiederum häufiger in den schriftlichen Analysen thematisiert (odds ratio(U_{Sache}) = 6,52).

Tabelle 39: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und Konsequenzen in Bezug auf den gemeinsamen Kontext *Kräfte* in Physik.

Merkmal A \ Merkmal B		Merkmal A		Merkmal A \ Merkmal B		Merkmal A	
		VA Kräfte	SA Kräfte			VA Kräfte	SA Kräfte
beobachtete Häufigkeiten	U_{Sache}	31	16	erwartete Häufigkeiten	U_{Sache}	40	7
	$U_{\text{Situation}}$	27	6		$U_{\text{Situation}}$	28	5
	U_{Lerner}	74	2		U_{Lerner}	64	12
	$K_{\text{Situation}}$	205	7		$K_{\text{Situation}}$	207	5
	$K_{\text{allgemein}}$	21	0		$K_{\text{allgemein}}$	20	1
	$K_{\text{notw. Konzepte}}$	99	1		$K_{\text{notw. Konzepte}}$	98	2

Ein entsprechender Verteilungsunterschied zwischen den Videoanalysen und den schriftlichen Analysen zeigt sich bei den verschiedenen Arten von Konsequenzen dagegen nicht. Dies gilt sowohl bei allgemeiner Betrachtung ($\chi^2(2) = 0.52, p = .773$; vgl. Tabelle 38) als auch im Falle der variablenkontrollierteren Einschränkung auf den physikalischen Kontext *Kräfte* ($\chi^2(2) = 2.09, p = .352$; vgl. Tabelle 39). Die Konsequenzen sind in ca. 90% der Fälle situationspezifisch formuliert oder greifen notwendige Konzepte auf, die für das weitere Verständnis der diagnostizierten Schüler*innen relevant sind / sein könnten. Dieser Umstand kann einerseits als Qualitätsmerkmal der studentischen Diagnosen interpretiert werden, wenn situationspezifische Konsequenzen und notwendige Konzepte im Sinne eines Präzisionsgrades ausgedeutet wird. Andererseits sprechen die soeben dargestellten Ergebnisse insgesamt dafür, dass die

Videoanalysen wie von den Veranstaltungen intendiert den diagnostischen Blick auf die Schüler*innen fokussieren, da die Anteile lernerbezogener Ursachen und Konsequenzen (z. T. sogar signifikant) gegenüber denen in den schriftlichen Analysen überwiegen.

Abschließend kann die Verteilung zu den Arten der Ursachen und Konsequenzen noch in Bezug auf das Vorhandensein eines expliziten Prompts für die beiden Komponenten untersucht werden. Dazu bildet Tabelle 40 die zugehörige Kontingenztafel mit den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten ab und differenziert dabei die drei jeweiligen Unterarten danach, ob sie in Zusammenhang mit einem expliziten Prompt zur Komponente identifiziert wurden oder ohne. Während für die Arten der Ursachen alle Voraussetzungen für einen Chi-Quadrat-Test zum Vergleich der beiden Verteilungen erfüllt sind (insbesondere keine erwarteten Häufigkeiten < 5), kann ein solcher Test für die Arten der Konsequenzen nicht durchgeführt werden, da es eine Kombination mit einer erwarteten Häufigkeit von 0 gibt.

Tabelle 40: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und Konsequenzen in Bezug auf das Vorhandensein eines expliziten Prompts für die beiden Komponenten (Hervorhebung des kritischen Feldes in grau).

		Merkmal A				Merkmal A	
		mit Prompt	ohne Prompt			mit Prompt	ohne Prompt
beobachtete Häufigkeiten	Merkmal B			erwartete Häufigkeiten	Merkmal B		
	U _{Sache}	36	2		U _{Sache}	33	5
U _{Situation}	37	14	U _{Situation}	45	6		
U _{Lerner}	106	9	U _{Lerner}	101	14		
K _{Situation}	301	1	K _{Situation}	300	2		
K _{allgemein}	41	0	K _{allgemein}	41	0		
K _{notw. Konzepte}	115	2	K _{notw. Konzepte}	116	1		

Für die Verteilung der unterschiedlichen Arten der Ursachen offenbart der Chi-Quadrat-Test einen signifikanten Unterschied ($\chi^2(2) = 14.78, p < .001$) im Zusammenhang mit dem Vorhandensein eines expliziten Prompts zu Ursachen: Die sachspezifischen

Ursachen konnten nach einem expliziten Prompt ca. 2,9-mal häufiger identifiziert werden als ohne Prompt, die lernerspezifischen Ursachen insgesamt ca. 2,6-mal häufiger. Das spricht einerseits dafür, dass der Einsatz eines Prompts i. A. zur Anregung von Ursachen geeignet ist, da signifikant mehr Ursachen genannt werden. Gleichzeitig spiegelt die Verteilung mit dem signifikant höheren Anteil sach- und lernerspezifischer Ursachen vermutlich aber ‚nur‘ die Verwendung einer spezifischen Leitfrage in den physikdidaktischen Videoanalysen zu Kräften wieder: Die Frage „Was könnten Gründe dafür sein, dass der/die Schüler/in bestimmte physikalische Ideen (noch nicht) verstanden hat?“ fokussiert sowohl auf die Lernenden (Schüler*innen) als auch auf die Sache (physikalische Ideen). Das wiederum spricht aber dafür, dass es insbesondere beim Aufbau diagnostischer Fähigkeiten sinnvoll sein kann, die verschiedenen Arten von Ursachen im Rahmen der Ausbildung von Lehrkräften auch mithilfe spezifischer Leitfragen anzuregen.

Auch wenn im Verlauf des untersuchten Seminars Änderungen hinsichtlich der (Struktur der) Diagnosen von Studierenden zu erwarten sind, weil sich z. B. über das Seminar immer mehr Übungsgelegenheiten zu Diagnostik ergeben, soll an dieser Stelle auf längsschnittliche Aussagen zur Veränderung der Anteile der Komponenten verzichtet werden. Grund dafür ist zum einen die fehlende inhaltliche Vergleichbarkeit der Diagnosen, die aus dem bereits angesprochenen, aus empirischer Sicht zu wenig kontrollierten Wechsel der kontextuellen Einbettung und der Arbeitsaufträge resultiert. Die den Diagnosen zugrundeliegenden Lernsituationen verfügen somit jeweils über einen ganz unterschiedlichen Erwartungshorizont, auch im Hinblick auf den Anteil erwartbarer Komponenten (z. B. Ursachen, die von den Gegebenheiten provoziert werden). Zum anderen ist eine längsschnittliche Betrachtung der Anteilsveränderung als kritisch zu bewerten, da die Kodierungen, auf denen die Ergebnisse basieren, in keiner Weise die angemessene Verwendung der Komponenten bzw. die Passung der Diagnosen zu den vorliegenden Daten berücksichtigen, sondern lediglich eine Beschreibung der Struktur der Diagnosen ermöglichen sollen. Vor diesem Hintergrund wäre eine Normierung auf die Gesamtzahl aller identifizierten Komponenten willkürlich, da die Kodierungen Doppelnennungen zu einem diagnostischen Aspekt nicht explizit ausweisen, sondern erneut als solchen zählen. Insofern bleibt insgesamt ungeklärt, ob sich tatsächlich qualitative Verbesserungen bzw. quantitative Steigerungen einstellen.

Verbindung und Abfolge der Komponenten

Ausgehend von dem, was zur Verteilung der Komponenten bisher vorgestellt wurde, gibt es zwei weitere leitende Fragestellungen: i) Lassen sich typische Abfolgen der Komponenten identifizieren und wenn ja, wie sehen diese aus? ii) Inwiefern werden Komponenten inhaltlich aufeinander bezogen? Dabei scheint für die Beschreibung von Diagnoseprozessen⁴⁷ insbesondere eine Kombination dieser beiden Aspekte interessant, nämlich die Frage, ob sich innerhalb inhaltlicher Verbindungen typische Abfolgen der Komponenten zeigen. Dazu wurde in einem ersten Schritt geprüft, ob die Studierenden in ihren (gemeinsamen) Diagnosen inhaltliche Verbindungen/Bezugnahmen herstellen. Darunter werden in der vorliegenden Arbeit zusammengehörende bzw. aufeinander beziehende Aussagen (Komponenten) zu dem gleichen inhaltlichen Aspekt des Lernprozesses verstanden, die im Fall der in Partnerarbeit diskutierten Videoanalysen auch personenübergreifend auftreten können (vgl. Kodiermanual, Kategorie V, Code *Verbindungen* in Anhang I).

In Tabelle 41 ist sowohl für die Gesamtuntersuchung als auch für die beiden Diagnoseanlässe (Videoanalysen, schriftliche Analysen) der Anteil an Beschreibungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen dokumentiert, der inhaltlich mit keiner weiteren Aussage (Komponente) verbunden wird. Daraus kann entnommen werden, dass in den Diagnosen insgesamt inhaltliche Bezüge hergestellt werden (31,2 %), im Vergleich der beiden Diagnoseanlässe in den schriftlichen Analysen allerdings deutlich weniger als in den Videoanalysen (SA: 12,6 %, VA 86,2 %). Letzteres lässt sich vermutlich auf das Zusammenwirken aus der Darbietungsform der zu analysierenden Daten (schriftliches Transkript vs. Video) und der Bearbeitungsform, in der der Diagnoseauftrag bearbeitet wurde (Einzelarbeit schriftlich vs. Partnerarbeit mündlich mit Stichpunkten), zurückführen. Bei der schriftlichen Analyse der Studierenden ist es deutlich schwieriger, (u. U. nur) gedachte Verbindungen zwischen beschriebenen Aspekten nachzuvollziehen, wenn diese nicht deutlich hervorgehoben oder visualisiert werden.

⁴⁷ Zur Erinnerung: Ein Diagnoseprozess wurde in dieser Arbeit als *zusammengehörender*, aus Beschreibungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen zusammengesetzter, analytischer Prozess definiert.

Dies verdeutlicht nicht zuletzt der bereits weiter oben erwähnte Sachverhalt, dass Beobachtungen im Rahmen der schriftlichen Analysen häufig nicht expliziert, sondern vermutlich häufig lediglich unterstrichen werden. Damit ist weder eindeutig, was genau als Beschreibung herauspräpariert wird (weshalb keine Kodierung als Beschreibung erfolgt ist), noch welche Verbindung zu den Deutungen, Ursachen oder Konsequenzen besteht. Hinzu kommt der Umstand, dass die Studierenden sich im Rahmen der schriftlichen Diagnosen in Einzelarbeit mit niemandem über ihre Diagnosen verständigen mussten. Allein die Partnerarbeit fördert vermutlich einen höheren Anteil an (gegenseitigen) Bezugnahmen zu einem inhaltlichen Aspekt der zu analysierenden Daten.

Tabelle 41: Übersicht zum Anteil unverbundener Komponenten, insbesondere entlang der unterschiedlichen Diagnoseanlässe (SA: schriftliche Analysen, VA: Videoanalysen); die Grundgesamtheit bilden jeweils alle kodierten Beschreibungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen.

Anteil Komponenten ohne Bezug zu anderen Komponenten					
	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen	alle
Gesamt	13,2 %	17,3 %	64,0 %	60,2 %	29,8 %
SA	50,7 %	61,1 %	90,7 %	98,6 %	87,4 %
VA	10,6 %	14,0 %	20,6 %	17,0 %	13,8 %

Neben dem allgemeinen Ungleichgewicht an inhaltlichen Verbindungen zwischen den schriftlichen Analysen und den Videoanalysen fällt bei den schriftlichen Diagnosen insbesondere der hohe Anteil Ursachen und Konsequenzen ohne Bezug zu anderen Aussagen (Komponenten) ins Auge. In den schriftlichen Analysen erfolgen fast alle Ursachen und Konsequenzen ohne Bezugnahmen, während in den Videoanalysen nur ca. 20% der Ursachen bzw. Konsequenzen ohne Bezugnahmen sind, dort also mehrheitlich Bezüge hergestellt werden. Dabei ist einerseits zu beachten, dass Ursachen ohne explizite Signalwörter⁴⁸ auch als Deutungen kodiert worden sein können, was den Anteil von Ursachen ohne Bezug zugunsten verbundener Deutungen weiter reduziert.

⁴⁸ Ursachen werden sprachlich häufig über Ausdrücke eingeleitet, die das Wort „Grund“ enthalten, und lassen sich dann eindeutig als solche kodieren. In den schriftlichen Analysen ist außerdem die Verwendung von Folgepfeilen zur Visualisierung einer Ursache üblich.

Andererseits stellen Ursachen und Konsequenzen inhaltlich häufig eine Zusammenfassung mehrerer Beschreibungen und Deutungen dar. Insbesondere im Zuge der schriftlichen Analyse könnte dies ein Erklärungsansatz dafür sein, dass globale Ursachen und Konsequenzen isoliert von den anderen Komponenten formuliert werden, um die Verschriftlichung abzukürzen und wiederholende Redundanz durch Mehrfachnennung zu vermeiden.

Um darauf einzugehen, ob sich innerhalb inhaltlicher Bezugnahmen typische Abfolgen der Komponenten identifizieren lassen, wurde mithilfe von Codelines (vgl. Abbildung 16, Abschnitt 6.2.2 – Aufbereitung der Kodierungen) die zeitliche Reihenfolge der kodierten Komponenten visualisiert und anschließend tabellarisch dokumentiert (vgl. Tabelle 42). Die Tabelle differenziert dabei, ob die verschiedenen Komponenten im Arbeitsauftrag explizit durch Prompts adressiert wurden (Spalten) und listet die jeweiligen Verbindungen der Komponenten darin zeilenweise auf. Dies ist für eine der analysierten Gruppen, für die erste Zelle zusätzlich mit dem zugehörigen Transkriptausschnitt veranschaulicht. Da sich dies als sehr zeitaufwändig gestaltete, wurde diese inhaltliche Auswertung nur für diejenigen Gruppen durchgeführt, die vollständig Teil der Auswertungskohorte waren (insgesamt drei Gruppen⁴⁹) und auch nur stichprobenartig für zwei Sitzungen des physikdidaktischen Kurses sowie die mathematikdidaktische Videoanalyse. Dabei wurden aus dem physikdidaktischen Kurs zwei Sitzungen ausgewählt, die im begleitenden Arbeitsauftrag einerseits explizit die unterschiedlichen Komponenten thematisieren (Sitzung 3 zu Bewegungen und Kräften) bzw. alle behandelten diagnostischen Kriterien aufgreifen (Sitzung 13 zum Pendel) und andererseits gleichzeitig eine gewisse Vertrautheit mit den Komponenten und Kriterien gewährleisten (keine Neueinführung der Komponenten bzw. von diagnostischen Kriterien).

⁴⁹ Gruppe 1: AN18HE und MA12LI sowie zusätzlich CO22SC in der mathematikdidaktischen Videoanalyse; Gruppe 2: SI13HA und AG11KA; Gruppe 3: GA25HA und TH07WE.

Tabelle 42: Auflistung der Komponentenabfolge bei inhaltlichen Bezugnahmen für drei Gruppen in zwei unterschiedlichen physikdidaktischen Sitzungen sowie zwei Gruppen in der mathematikdidaktischen Sitzung (B: Beschreibung – gestrichelt, D: Deutung – unterstrichen, U: Ursache, K: Konsequenz, S: Sonstiges, (FK): fachliche Klärung – gepunktet). Bei wiederholtem Auftreten einer Komponente hintereinander kann es sich um eine Wiederholung, Ausformulierung oder neuen Aspekt im gleichen inhaltlichen Zusammenhang handeln.

Physikdidaktischer Kurs, Sitzung 3 – Bewegungen und Kräfte, Video A			
Anregung Prompt	Formulierung von Beschreibungen/ Deutungen	Formulierung von Ursachen	Formulierung von Konsequenzen
Gruppe	BBDBDDDD(FK)DD	UDDDD	keinem Prompt zuzuordnen
		UU	
AN18HE, MA12LI	<p>Transkriptausschnitt zur Veranschaulichung (Zeilen 9-14):</p> <p>AN: Kannst hier gucken. Wir haben Lem. "Nichts, keine Kraft, die auf den Felsbrocken wirkt." ok. Dann fragt er ja noch 30.000-mal nach "Ist da wirklich nichts?" aber dann sagt er hier "Ok, da sind also keine." Warum sagt er da jetzt, da sind keine, das verstehe ich nicht, (räuspert sich) "<u>Keine, keine.</u>" Ich denke mal, das soll einfach nur eingrenzen. >MA: Mhm.< Em, (murmelt Transkriptstelle vor sich hin) "... wenn er auf dem Boden liegt." und dann sagt er "Nein, das ist falsch." >MA: Em -< So, also müsste er ja dann in dem Glauben sein, dass da doch etwas ist. @(.)@</p> <p>MA: Ja, ich glaube, der weiß vielleicht aus dem Unterricht, dass quasi 4s die, eine Kraft darauf wirkt, aber -</p> <p>AN: Er weiß nicht, was.</p> <p>MA: Em halt keine resul-, ja, keine resultierende Kraft, die ja dann für eine Bewegung verantwortlich wäre und -</p> <p>AN: (räuspert sich) Bewegungsänderung.</p> <p>MA: Äh, ja. >AN: Mhm.< Ich denke, der denkt einfach nur dran 'keine Bewegung, also quasi keine resultierende Kraft'. (AN nickt) Dann dürfte keine da sein, also</p> <p>>AN: Ja. Ja.< hat das Verständnis so zwischen 'es wirkt überhaupt eine Kraft' und resultierende Kraft, da fehlt es noch so ein bisschen. >AN: Ja.<</p>		

Physikdidaktischer Kurs, Sitzung 3 – Bewegungen und Kräfte, Video A					
Anregung Prompt	Formulierung von Beschreibungen/ Deutungen	Formulierung von Ursachen	Formulierung von Konsequenzen	keinem Prompt zuzuordnen	
Gruppe					
SI13HA, AG11KA		UUU(FK)UUUUU	KBDBD KKDKD KK(FK)	DDBD DDBBDDUDD	
GA25HA, TH07WE	DD	UU	KDK DKD(FK)(FK)DK	BKD	
Physikdidaktischer Kurs, Sitzung 3 – Bewegungen und Kräfte, Video J					
AN18HE, MA12LI	DDDD KBK	UUU	KKK KKK BKSDDD KK	BD	
SI13HA, AG11KA		UDU KBD(FK)D		DD DBDDBD D(FK)D DBKKKKBDKKK K(FK)KDK	
GA25HA, TH07WE	DDBDDUBUBBUK		BK(FK)KKK KKKK	BDDDDDBDDUDD(FK) DBDD BD	

Physikdidaktischer Kurs, Sitzung 13 – Pendel			
Auftrag	Prompt: expliziter Fokus auf Konsequenzen		
Gruppe	Formulierung von Beschreibungen, Deutungen, Konsequenzen (ohne Abarbeitung spezifischer Prompts)		
AN18HE, MA12LI	DDDD	BDBD	DDKBKBD
	DD	:DBDD	DBDD
	DBBBDUUBDD	:DBDDDBKBD	DDDDDBDD
	BDUUD	:DDDBK	DKK
	DB	:DKKKK	KBKKK
	BD	:DKDKDUKBD	
	DBB	:KD	
	DD		
SI13HA, AG11KA	BBDDDDDD		BKK
	BDDDBD		KBKKKDK
	DBDBDB		KDKKKDKBDBDK(FK)BKBKDBK
	BDD		DDKKK
	DD		KK
	KK		
	DBBDBDD(FK)B(FK)DBBDBDDSDS		
	(FK)BU	DD	DBDBDKBDB
	(FK)BBBDB	BDDBBDD	BDBBK
	BDBDBD	BDBDDDD	BKD(K)KBD
GA25HA, TH07WE	DB	BDB	BBBDBKDKD
	DBDDDBDDDBD	BDDU	KBKBD(K)KDBBDBBDBBDBB(K)KDKD
	DU	BDBDBK	
	DDD	BDBD	
	DDD	DD(FK)	
	DBDD	D(FK)D(FK)DBBDBKDD	
	(FK)B(FK)BD		

Mathematikdidaktischer Kurs, Sichtung des eigenen LernWerkstatt-Vormittags	
Auftrag	offener Arbeitsauftrag ohne explizite Thematisierung der Komponenten
Gruppe	
AN18HE, MA12LI, CO22SC*	BBDDUD → BDUB → DBDBDDUD
	DDB → BDB → BBDB
	BDBDD → BD → BDDDBBBKDBDB
	BDBBD → BBDBBDDDB → BD
	DBBBD → DKKDB → DDD
	DBBDDUUDDBU → DBBDDDBDK → DBDDUBDKDDUDBDD
	DU → BDB → BBDDDDDBBDBBDBBDBDBU
	BDBDD → BDB → DD
	BD → DU → DBB → BDBB
	DBBDDDBD → DDD → DB → BBBDDDBDB
SI13HA, AG11KA; GA25HA, TH07WE	BDBBDBD → DD → DB → BB
	DDB → DBBDBDD → (FK)BB → DBD

* Für diese Gruppe wurde nur das erste Drittel der Videoanalyse geprüft (bis Z. 270/599).

Eine detailliertere Betrachtung der in Tabelle 42 dokumentierten Komponentenabfolgen für die jeweiligen inhaltlichen Bezugnahmen liefert insgesamt das Ergebnis, dass keine typische Abfolge identifizierbar ist. Wenn es aber explizite Prompts (Sitzung 3) – insbesondere zu Ursachen und Konsequenzen – gibt, scheint dies dazu beizutragen, dass bei deren Beantwortung mit der entsprechenden Komponente auch begonnen wird (in 14 von 18 Fällen). Ohne expliziten Prompt (Sitzung 13 und mathematischer Kontext) zeigt sich dagegen die Tendenz, dass Ursachen und Konsequenzen eher erst gegen Ende eines zusammengehörenden Abschnitts berücksichtigt werden. Das scheint einerseits plausibel, weil sich Ursachen und Konsequenzen häufig erst aus entsprechenden Überlegungen zu Beschreibungen und Deutungen ergeben und diese, wie bereits erwähnt, bündeln bzw. von ihnen gestützt werden. Das verdeutlicht auch die Tatsache, dass trotz eines Fokus auf bestimmte Komponenten durch die Leitfragen auch noch *andere* Komponenten herangezogen werden. Andererseits haben in den frühen Sitzungen (z. B. Sitzung 3) die Prompts eher gegen Ende zu Ursachen und Konsequenzen angeregt (nach den Beschreibungen und Deutungen), was möglicherweise dazu beiträgt, dass Ursachen und Konsequenzen später bei den Aufgaben ohne Prompts auch erst gegen Ende diskutiert werden. Damit scheinen die Art der eingesetzten Prompts in Form von Leitfragen insgesamt besonders geeignet, die besonders relevanten aber herausfordernden Ursachen und Konsequenzen in Übungsphasen der Diagnostik anzuregen, ohne die übrigen Komponenten zu vernachlässigen.

Sitzungs- und gruppenübergreifend ist zu erkennen, dass inhaltlichen Bezugnahmen am häufigsten mit Deutungen beginnen (in 60 von 130 betrachteten Fällen; Beschreibungen: 42 von 130 Fälle, Ursachen 6 von 130 Fälle, Konsequenzen: 18 von 130 Fällen, fachliche Klärungen: 4 von 130 Fällen). Auch das scheint plausibel, weil man vermutlich häufig zuerst „aus dem Bauch heraus“ eine Wertung (Deutung) des zu diagnostizierenden Gegenstandes abgibt und alle anderen Komponenten – insbesondere die Beschreibungen – im Nachklapp stützend oder auch widerlegend zur getroffenen Wertung nachgeschoben werden. Zudem zeigt sich als sitzungs- und gruppenübergreifende Systematik, dass Beschreibungen und Deutungen oft alternieren. Dies ist aus theoretischer Sicht ein wertvoller Befund, da er als erster Hinweis gedeutet wer-

den, dass Deutungen jeweils mit entsprechenden Beobachtungsbeschreibungen gestützt oder widerlegt werden, was aus Sicht der Autorin im Sinne des Nutzens von Belegen ein mögliches Qualitätsmerkmal von Diagnosen darstellen kann.

Insgesamt spricht das Ergebnis, dass es keine typische Abfolge der Komponenten im Rahmen einer Diagnose zu geben scheint, dafür, dass es nicht den *einen* Weg zu einer nachvollziehbaren Diagnostik gibt (auch nicht bei gleichen Daten). Gleichzeitig offenbart es u. U. Suchbewegungen bei den Studierenden, die möglicherweise Ausdruck eines (vor allem zu Beginn) eher unsystematischen Lernprozesses sind. Ein systematischeres bzw. regelgeleiteteres Vorgehen beim Diagnostizieren könnte beispielsweise durch noch klarere Anleitung unterstützt werden. Die Wirkung solcher Anleitungen auf eine mögliche Abfolge von Komponenten müsste allerdings z. B. mittels einer weiterführende Betrachtung des Inhalts verbundener Komponenten empirisch geprüft werden.

Fokus der Analysen

Ein weiterer Aspekt, der an dieser Stelle betrachtet wird, ist der Fokus der Analysen, also das Subjekt, auf das sich die Studierenden beim Diagnostizieren beziehen. Dadurch soll genauer untersucht werden, inwiefern die Studierenden tatsächlich mit einer Förderabsicht auf die Kompetenzen und den Kompetenzaufbau der Lernenden bzw. auf die Kompetenzanforderungen und die Wirkung von Aufgaben auf Lernenden eingehen, sodass es sich auch formal um Diagnosen handelt (vgl. Abschnitt 2.1.1). Hierzu wird insbesondere untersucht, ob die unterschiedlichen Diagnoseanlässe (Videoanalyse vs. schriftliche Analyse) bzw. die Beteiligung einer Lehrkraft an den zu analysierenden Lernprozessen einen deutlichen Verteilungsunterschied erzeugen. Zwar beinhaltet die Frage nach dem Fokus unter Umständen deutlicher eine inhaltliche Komponente (vgl. Zuordnung der entsprechenden Fragestellung in Kapitel 4), vor dem Hintergrund der für die vorliegende Arbeit gewählten Definition von Diagnostik und der Ausrichtung der beiden Lehrveranstaltungen auf Daten von Schüler*innen als Stimulus für deren Heterogenität (vgl. Abschnitt 3.3) stellt das Subjekt der Analyse aber auch ein strukturierendes Merkmal dar. Des Weiteren erscheint es vor dem strukturellen Hintergrund interessant, mögliche Zusammenhänge zwischen dem Fokus der Analyse und den Komponenten eines Diagnoseprozesses zu untersuchen.

Verteilungsunterschiede

Wie schon in Bezug auf die Komponenten des Diagnoseprozesses zeigen sich für den Fokus der Analysen im Laufe der Lehrveranstaltungen sehr unterschiedliche Verteilungen (vgl. Tabelle *Fokus detailliert* in Anhang L). Insgesamt werden von den Studierenden alle vorab im Zuge der deduktiven Kategorienbildung als relevant identifizierten Fokuse thematisiert (vgl. *Kategorie III*: Schüler*innen, Lehrkraft, Material/Instruktion, Experiment/Sachverhalt, Sonstiges und Interaktion), allerdings in einem sehr unterschiedlichen Maße. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn man die personenspezifische Verteilung im Sinne eines Personenprofiles betrachtet (vgl. Tabelle 43). Darin zeigt sich vor allem auch, dass die Studierenden in ihrem Fokus trotz unterschiedlicher Einzelverteilungen sehr ähnliche Tendenzen aufweisen: In den Videoanalysen wird mit einem Anteil von 78,6 % in erster Linie das Denken und Handeln von Schüler*innen thematisiert, gefolgt von Aspekten zum Material bzw. der Instruktion mit einem Anteil von 13,3 %; in den schriftlichen Analysen stehen mit einem Anteil von 88,9 % ebenfalls die Schüler*innen im Vordergrund, auf das Material bzw. die Instruktion entfallen nur 1,8 % der Analysen. Zudem beinhalten die schriftlichen Analysen mit einem Anteil von 8,3 % Aspekte, die die Lehrkraft betreffen. Eine solche ist in den transkribierten Bearbeitungsprozessen, die den schriftlichen Analysen zugrunde liegen, stets anwesend und hat Gesprächsanteile. Der Großteil der videografierten Lernprozesse beinhaltet dagegen keine Anwesenheit bzw. kein Eingreifen einer Lehrkraft, mit Ausnahme der mathematikdidaktischen Videoanalyse und einer Sitzung im physikdidaktischen Kurs, die somit das Auftreten der Lehrkraft in den Videoanalysen mit einem kleinen Anteil von 4,9 % erklären. Bezüge auf das Experiment bzw. den Sachverhalt und explizit auf die Interaktion zwischen Schüler*innen und der Lehrkraft nehmen dagegen jeweils nur einen sehr geringen und kaum unterscheidbaren Anteil ein (max. 2 %).

Insgesamt stimmt das Ergebnis zum Fokus der Analysen erwartungskonform mit der Anlage der Diagnoseanlässe überein. Durch die Zielsetzung der Lehrveranstaltungen, das Hauptaugenmerk der Studierenden im Sinne einer Schülerorientierung auf das Denken und Handeln von Schüler*innen zu lenken (inhaltliche Verweise auf Schüler*innen in den Arbeitsaufträgen), lag der Fokus auf die Lernenden sehr nahe und es zeigen sich, passend dazu, kaum andere Fokuse. Trotzdem ist dieses Ergebnis im

Vergleich zu anderen Studien unter Umständen überraschend. Bain, Ballantyne, Packer und Mills(1999) untersuchten u. a. den Fokus von Lehrnoviz*innen in Reflexionen und fanden dabei hauptsächlich Bezüge zur Lehrkraft bzw. Instruktion, ein Fokus auf Schüler*innen konnte nur in ca. 5 % der Fälle identifiziert werden. Dass der Fokus bei der Untersuchung von Reflexionen (Bain et al., 1999) anders als in dieser Arbeit vorwiegend auf der Lehrkraft und kaum auf den Schüler*innen liegt, ist insofern plausibel, da es sich bei Reflexion um eine Art Diagnostik mit Ableiten von Konsequenzen für das eigene Selbst als (angehende) Lehrkraft handelt (vgl. v. Aufschnaiter, Fraij & Kost, 2019).

Mit einem Gesamtanteil von ca. 90 bzw. 92 % der Codes, die auf die Schüler*innen und das Material bzw. die Instruktion entfallen, können die analytischen Zugänge der Studierenden vor dem Hintergrund der formalen Definition größtenteils tatsächlich als Diagnosen bezeichnet werden. Sie werden – erwartungskonform – insgesamt eher nicht dazu genutzt, um Schlussfolgerungen für das eigene Lehrerhandeln abzuleiten (Abgrenzung zum Konzept der Reflexion, bei dem ein deutlicher Bezug zu einem selbst als Lehrperson hergestellt wird, vgl. v. Aufschnaiter, Fraij & Kost, 2019).

Tabelle 43: Mittelwert und relativer Anteil der Codes aus *Kategorie III - Fokus* in Abhängigkeit des Anlasses, summiert über alle jeweiligen Messzeitpunkte (VA: Videoanalysen, SA: schriftliche Analyse, S*S: Schüler*innen, LK: Lehrkraft, Mat./Inst.: Material/Instruktion, Exp./Sachv.: Experiment/Sachverhalt; in grau: Fokusse, die im jeweiligen Diagnoseanlass nicht präsent waren).

VA	Mittelwert ⁵⁰						Anteil [%]					
	S*S	LK	Mat./Inst.	Exp./Sachv.	Sonst.	Interaktion	S*S	LK	Mat./Inst.	Exp./Sachv.	Sonst.	Interaktion
AN18HE	40	4	4	1	1	0	79,4	7,3	8,9	1,8	2,0	0,7
MA12LI	57	3	10	2	0	0	78,5	4,3	14,0	2,6	0,0	0,6
CO22SC	66	4	12	2	1	0	77,6	5,0	14,1	2,0	0,8	0,5
SI13HA	21	1	4	1	0	0	77,3	2,9	15,5	3,6	0,0	0,7
AG11KA	24	1	5	1	0	0	77,8	2,9	16,4	1,9	0,0	1,0
GA25HA	55	3	10	1	0	0	79,0	4,9	13,8	1,6	0,2	0,5
TH07WE	36	2	7	1	0	0	77,2	4,3	15,2	2,7	0,3	0,3
JU16GI	31	2	3	0	0	0	83,0	6,4	9,0	0,8	0,0	0,8
Gesamt	41	3	7	1	0	0	78,6	4,9	13,3	2,1	0,5	0,6

SA	Mittelwert						Anteil [%]					
	S*S	LK	Mat./Inst.	Exp./Sachv.	Sonst.	Interaktion	S*S	LK	Mat./Inst.	Exp./Sachv.	Sonst.	Interaktion
AN18HE	15	1	0	0	0	0	96,8	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
MA12LI	18	3	1	0	0	0	82,4	15,3	2,4	0,0	0,0	0,0
CO22SC	25	1	0	0	0	0	96,2	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0
SI13HA	25	1	0	0	0	0	94,3	4,7	0,9	0,0	0,0	0,0
AG11KA	24	2	0	0	0	1	90,4	6,7	1,0	0,0	0,0	1,9
GA25HA	28	5	1	0	0	1	78,6	15,0	2,9	0,0	0,0	3,6
TH07WE	23	2	1	0	0	0	89,1	6,9	3,0	0,0	0,0	1,0
JU16GI	16	1	1	0	0	0	88,6	7,1	4,3	0,0	0,0	0,0
Gesamt	21	2	0	0	0	0	88,9	8,3	1,8	0,0	0,0	1,0

Der Kontrast zwischen Videoanalyse und schriftlicher Analyse wird nur für den physikalischen Kontext der Kräfte betrachtet, da dieser als einziger in beiden Anlässen vor-

⁵⁰ Die Häufigkeitswerte für den Fokus der Analysen entsprechen in Summe nicht den absoluten Häufigkeiten der kodierten Komponenten aus Kategorie II, da innerhalb einer Komponente unterschiedliche Subjekte thematisiert werden können.

kommt und damit zumindest in Ansätzen einen Vergleich ermöglicht. Dazu dokumentiert Tabelle 44 die beobachtete und erwartete Häufigkeit der einzelnen Codes für die Videoanalysen bzw. schriftlichen Analysen zu Kräften in einer mehrdimensionalen Kontingenztafel.

Tabelle 44: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Codes aus der *Kategorie III - Fokus* für die Videoanalysen und schriftlichen Analysen zum Kontext *Kräfte*, summiert über alle Personen und Messzeitpunkte (S*S: Schüler*innen, LK: Lehrkraft, Mat./Inst.: Material/Instruktion, Exp./Sachv.: Experiment/Sachverhalt in grau: Fokusse, die im jeweiligen Diagnoseanlass nicht präsent waren).

		Merkmal A				Merkmal A	
		VA Kräfte	SA Kräfte			VA Kräfte	SA Kräfte
beobachtete Häufigkeiten	Merkmal B			erwartete Häufigkeiten	Merkmal B		
	S*S	971	308		S*S	1010	269
LK	104	44	LK	117	31		
Mat./Inst.	253	13	Mat./Inst.	210	56		
Exp./Sachv.	44	0	Exp./Sachv.	35	9		
Sonst.	9	0	Sonst.	7	2		
Interaktion	13	7	Interaktion	16	4		

Mithilfe des in Abschnitt 6.2.3 vorgestellten Chi-Quadrat-Tests lässt sich prüfen, inwiefern die Verteilungen des Fokus sich für die Videoanalysen und die schriftlichen Analysen signifikant unterscheiden. Die vorliegenden Daten erfüllen die notwendigen Voraussetzungen der Unabhängigkeit der einzelnen Beobachtungen und der eindeutigen Zuordnung zu den Merkmalsausprägungen, zudem liegt der Anteil erwarteter Häufigkeiten < 5 mit einem Sechstel unter 20%. Für die Verteilung der Fokusarten zum Kontext *Kräfte* offenbart der Chi-Quadrat-Test insbesondere für eine Fokusart einen deutlichen Unterschied ($\chi^2(5) = 72.03, p < .001$) im Zusammenhang mit dem Diagnoseanlass: das Material bzw. die Instruktion werden im Rahmen der Videoanalysen ca. 6,1-mal häufiger thematisiert als in den schriftlichen Analysen. Umgekehrt beziehen sich die Studierenden in den schriftlichen Analysen 2,1-mal häufiger auf die Schüler*innen und 1,7-mal häufiger auf die Lehrkraft. Dabei sind insbesondere die Unterschiede in

Bezug auf das Material und die Instruktion sowie in Bezug auf die Lehrkraft erwartungskonform. Letztere lassen sich im Kontrast zu den Videoanalysen auf die Prominenz einer Lehrkraft in den schriftlichen Analysen zurückführen, wobei an dieser Stelle wiederum überraschend ist, dass die Lehrkraft auch ohne merkliche Präsenz in den Videoanalysen zum Teil mitgedacht wird. Dies könnte dadurch ausgelöst worden sein, dass im Arbeitsauftrag explizit nach der Lehrkraft gefragt wurde („Wie würden Sie als Lehrkraft unterstützen, dass der/die Schüler/in den Sachverhalt besser versteht?“) und die Lehrkraft zudem im realen Unterrichtsgeschehen ein zentraler Bestandteil ist. In ähnlicher Weise kann für den signifikant höheren Anteil an Aspekten zum Material und zur Instruktion in den Videoanalysen argumentiert werden: Die den Diagnoseanlässen zugrundeliegenden Aufgaben waren in den Videoanalysen präsenter, da sie von den Studierenden als Vorbereitung auf die Analyse selbst bearbeitet wurden, wohingegen in den schriftlichen Analysen das Material bis auf die jeweilige Instruktion bzw. Aufgabenstellung nicht enthalten war. Es erscheint plausibel, dass der Anteil an Analysen zum Material und der Instruktion dort größer ist, wo mehr instruktionale Elemente abgebildet werden. Der geringere Anteil an Schülerorientierung in den Videoanalysen lässt sich wiederum unter Umständen dadurch erklären, dass Videos im Vergleich zu transkribierten Bearbeitungsprozessen gehaltvoller sind und so deutlich mehr Varianz an wahrnehmbaren Aspekten ermöglichen.

Zusammenhänge zwischen dem Fokus und den Komponenten der Diagnostik

Um zu untersuchen, wie sich die Verteilung des Fokus entlang der unterschiedlichen Komponenten eines Diagnoseprozesses unterscheidet, wurde in Tabelle 45 für die beiden unterschiedlichen Anlässe Videoanalyse bzw. schriftliche Analyse zusammengestellt, wie groß der jeweilige Anteil an Beschreibungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen mit einem Bezug zu den Schüler*innen, der Lehrkraft, dem Material bzw. der Instruktion, dem Experiment bzw. dem Sachverhalt, einer Interaktion oder Sonstigem ist.

Tabelle 45: Anteilige Verteilung der Codes aus *Kategorie III – Fokus* vor dem Hintergrund der Komponenten des Diagnoseprozesses, getrennt nach dem Diagnoseanlass Videoanalyse vs. schriftliche Analyse (Normierung entlang der Spalten).

Videoanalysen				
Kat. III \ Kat. II	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen
Schüler*innen	80,1 %	91,4 %	56,1 %	32,3 %
Lehrkraft	7,7 %	2,2 %	3,6 %	7,5 %
Material/Instruktion	9,0 %	4,8 %	15,4 %	58,3 %
Experiment/Sachverhalt	0,9 %	1,3 %	22,6 %	1,8 %
Sonst. - allgemein	1,0 %	0,1 %	2,0 %	0,0 %
Interaktion	1,3 %	0,3 %	0,3 %	0,1 %

schriftliche Analysen				
Kat. III \ Kat. II	Beschreibungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen
Schüler*innen	73,9 %	91,5 %	86,7 %	56,0 %
Lehrkraft	22,7 %	6,6 %	6,2 %	20,0 %
Material/Instruktion	0,8 %	1,4 %	4,4 %	16,0 %
Experiment/Sachverhalt	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Sonst. - allgemein	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Interaktion	2,5 %	0,6 %	2,7 %	8,0 %

Insbesondere bei den Deutungen ergeben sich kaum erkennbare Unterschiede zwischen den prozentualen Anteilen der Fokusarten für die beiden Anlässe. Bei den Beschreibungen ist im Hinblick auf die schriftlichen Analysen hauptsächlich der höhere Anteil an Aspekten mit Bezug zur Lehrkraft auffällig. Dass ein Großteil der Beschreibungen und Deutungen bei beiden Diagnoseanlässen auf die Schüler*innen entfällt, ist aufgrund der überwiegenden Schülerorientierung im Rahmen der untersuchten Lehrveranstaltungen nicht weiter verwunderlich. Bei den Komponenten Ursachen und Konsequenzen unterscheiden sich die Verteilungen in Bezug auf die beiden Anlässe allerdings wesentlich. Während die Ursachen in den schriftlichen Analysen hauptsächlich auf die Schüler*innen Bezug nehmen, ist der Anteil mit etwas mehr als der Hälfte in den Videoanalysen deutlich geringer, dagegen wurden anteilig deutlich mehr Ursachen mit dem Material bzw. der Instruktion und dem Experiment bzw. dem Sachverhalt in Verbindung gebracht. Dies resultiert unter Umständen aus der Einbettung der Vide-

oanalysen in die Lehrveranstaltungen, in denen den Studierenden exemplarisch unterschiedliche Arten von Ursachen vorgestellt wurden. In der schriftlichen Analyse haben die Studierenden hingegen einen inhaltlichen Prompt erhalten, der sich vor dem Hintergrund einer Ursache deutlich auf die Schüler*innen bezieht (Schülervorstellungen Mechanik bzw. Stufen des Begriffslernens; Verbindung zu Ursachen wird allerdings nicht explizit hergestellt). Diese Orientierung auf Schüler*innen könnten die Studierenden auch für die Auslegung der Ursachen genutzt haben, was den hohen Anteil an Ursachen mit Bezug zu den Schüler*innen in den schriftlichen Analysen erklären könnte. Bei den Konsequenzen dagegen ist ein Zusammenhang zwischen dem Diagnoseanlass und der Unterscheidung in *Was* und *Wie* zu beobachten: Während in den Videoanalysen ca. zwei Drittel der Konsequenzen auf das Material bzw. die Instruktion und die Lehrkraft, also das *Wie*, und ca. ein Drittel der Konsequenzen auf die Schüler*inne und damit das *Was* entfallen, stellt sich das Bild für die schriftlichen Analysen quasi umgekehrt dar. Hier liegt der größte Anteil mit 56 % Konsequenzen zu den Schüler*innen auf dem *Was* (36 % der Konsequenzen thematisieren mit Bezug zum Material bzw. der Instruktion sowie der Lehrkraft das *Wie*). Dieser Unterschied lässt sich möglicherweise wieder darauf zurückführen, dass in den Videoanalysen mehr instruktionale Elemente abgebildet werden als in den schriftlichen Analysen, sodass dort das *Wie* implizit stärker mitgedacht wird. Insgesamt scheinen die Studierenden in der Lage zu sein, beide Arten von Konsequenzen zu berücksichtigen und das Lernangebot entsprechend seiner unterschiedlichen Schwerpunktsetzung zu nutzen.

Behinderung durch fachliche bzw. fachdidaktische Unsicherheiten

Zum Abschluss der Auseinandersetzung mit dem Forschungsschwerpunkt a) zur Struktur der Diagnosen wird unter Rückgriff auf Kategorie I (*Time on Task*) die übergeordnete zeitliche Gestaltung der Analysen untersucht. Tabellen 46 und 47 dokumentieren in diesem Zusammenhang den zeitlichen Anteil (nur Videoanalysen) bzw. die Häufigkeiten für die Codes, die nicht im Kern analytische Aktivität erfassen, sondern Aktivitäten beinhalten, die „nebenher“ passieren und Hinweise auf inhaltliche Ausstiege, Unsicherheiten o. ä. geben (Off-Task, Organisation, fachliche und fachdidaktische Klärung). Eine ausführliche Aufschlüsselung der entsprechenden Sichtungs- und Bearbeitungszeit für die Videoanalysen kann Anhang K entnommen werden.

Tabelle 46: Dokumentation der zeitlichen Anteile für ausgewählte Codes der Kategorie I (*Off-Task, Organisation, fachliche Klärung – FK, fachdidaktische Klärung – FDK*) im Rahmen der Videoanalysen (Angaben pro Gruppe und Sitzung; graue Personencodes: nicht ausgewertete Studierende; grau hinterlegte Felder: fehlende Daten).

Videoanalysen von	absolute Dauer Code [mm:ss,ms] (grau links)				relativer Anteil Code [%] an Dauer Bearbeitungszeit (schwarz rechts)					
	AN18HE MA12LI	CO22SC SI25FR	SI13HA AG11KA	TH07WE GA25HA	JU16GI CL15GI					
Physikdidaktik – Sitzung 2, Kräfte und Bewegungen										
Off-Task	00:00,0		00:01,4	0,1	00:10,9	0,6	00:00,0		03:05,6	11,1
Organisation	03:27,6	11,8	03:28,5	10,4	03:14,3	11,1	05:25,4	17,0	01:46,9	6,4
FK	00:46,8	2,7	01:08,5	3,4	01:19,9	4,5	02:22,9	7,5	00:51,0	3,0
FDK	00:00,0		00:00,0		00:02,1	0,1	00:00,0		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 3, Kräfte und Bewegungen										
Off-Task	00:02,9	0,2	00:22,6	1,5	00:00,0		00:57,9	3,7	00:33,2	2,3
Organisation	02:26,1	11,0	07:27,9	29,7	03:41,3	14,4	03:47,4	14,4	02:36,3	10,7
FK	00:01,1	0,1	00:26,9	1,8	00:35,5	2,3	03:17,1	12,5	04:21,0	17,9
FDK	00:48,0	3,6	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 4, Kräfte und Bewegungen										
Off-Task	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:18,3	0,8	00:00,0	
Organisation	02:15,1	6,5	07:22,5	15,2	01:06,9	3,3	04:15,9	11,2	00:32,0	3,3
FK	00:23,5	1,1	00:36,7	1,3	00:12,7	0,6	00:32,1	1,4	00:06,7	0,7
FDK	00:00,0		00:04,9	0,2	00:45,5	2,2	00:00,0		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 5, Stromkreis										
Off-Task	00:01,2	0,1	00:00,0		00:00,0				00:50,8	42,1
Organisation	01:45,3	12,3	01:19,9	18,5	02:04,3	17,3			00:06,7	5,6
FK	00:50,0	0,8	00:00,0		00:00,0				00:00,0	
FDK	00:49,0	5,7	00:20,2	4,7	01:16,5	10,6			00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 6, Stromkreis										
Off-Task	00:05,0	0,4	00:03,3	0,4	04:52,8	26,5			02:55,1	16,1
Organisation	02:38,5	12,7	03:52,0	25,3	03:21,7	18,3			00:10,6	3,3
FK	00:10,3	0,8	00:00,0		00:39,6	3,6			03:13,2	17,7
FDK	00:00,0		00:17,1	1,9	00:00,0				00:24,4	2,2
Physikdidaktik – Sitzung 7, Stromkreis										
Off-Task	00:32,4	5,4	00:00,0		04:56,9	86,6	00:00,0		02:42,3	50,7
Organisation	01:01,8	10,3	01:36,6	15,2	00:04,3	1,3	02:38,5	38,3	00:10,6	3,3
FK	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:34,3	10,7
FDK	00:26,6	4,4	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:00,0	

Videoana- lysen von	absolute Dauer Code [mm:ss,ms] (grau links)					relativer Anteil Code [%] an Dauer Bearbeitungszeit (schwarz rechts)				
	AN18HE MA12LI	CO22SC SI25FR	SI13HA AG11KA	TH07WE GA25HA	JU16GI CL15GI					
Physikdidaktik – Sitzung 9, Wärmelehre										
Off-Task	00:10,9	0,7	00:15,5	1,3	12:07,8	55,9	00:38,4	3,0	08:40,7	41,7
Organisation	04:11,1	17,2	01:49,7	9,3	00:00,0		5:00,9	23,3	00:34,4	2,8
FK	00:00,0		00:13,4	1,1	00:00,0		00:00,0		00:00,0	
FDK	00:44,9	3,1	02:26,1	12,4	00:00,0		00:00,0		00:52,8	4,2
Physikdidaktik – Sitzung 11, Wärmelehre										
Off-Task			00:00,9	0,1	01:46,3	7,2	03:12,6	13,2	04:31,5	20,8
Organisation			04:06,3	17,5	04:19,6	17,5	02:55,8	12,1	01:15,4	5,8
FK			00:00,0		00:00,0		00:09,7	0,7	01:08,7	5,3
FDK			00:46,1	3,3	00:04,4	0,3	00:33,1	2,3	00:09,5	0,7
Physikdidaktik – Sitzung 13, Pendel										
Off-Task	00:23,5	2,0	00:00,0		00:00,0		00:18,6	1,6	07:49,5	46,1
Organisation	01:18,3	6,7	01:02,5	4,7	03:43,4	20,9	02:09,3	10,9	00:51,3	5,0
FK	00:00,0		00:00,0		01:08,3	6,4	00:00,0		01:19,2	7,8
FDK	00:00,0		00:04,0	0,3	00:00,0		00:00,0		00:00,0	
Mathematikdidaktik										
Off-Task	00:48,9	0,6	nicht kodiert							
Organisation	28:35,5	21,9								
FK	00:11,6	0,1								
FDK	01:07,3	0,9								

Tabelle 47: Häufigkeiten für die Codes *fachliche (FK)* und *fachdidaktische Klärung (FDK)* der Kategorie I für die schriftlichen Analysen und die Videoanalysen (Angaben pro Gruppe und Sitzung; VA: Videoanalyse, SA: schriftliche Analyse; graue Personencodes: nicht ausgewertete Studierende; grau hinterlegte Felder: fehlende Daten).

	Häufigkeit des jeweiligen Codes				
	AN18HE MA12LI	CO22SC SI25FR	SI13HA AG11KA	TH07WE GA25HA	JU16GI CL15GI
Physikdidaktik – schriftliche Eingangsanalyse (SA)					
FK			2	2	1
FDK	1		1		2
Physikdidaktik – Sitzung 2, Kräfte und Bewegungen (VA)					
FK	3	5	9	18	6
FDK			1		

	Häufigkeit des jeweiligen Codes				
	AN18HE MA12LI	CO22SC SI25FR	SI13HA AG11KA	TH07WE GA25HA	JU16GI CL15GI
Physikdidaktik – Sitzung 3, Kräfte und Bewegungen (VA)					
FK	1	1	8	8	9
FDK	1				
Physikdidaktik – Sitzung 4, Kräfte und Bewegungen (VA)					
FK	2	5	3	2	1
FDK		2	5		
Physikdidaktik – Sitzung 5, Stromkreis (VA)					
FK	5				
FDK	2	3	3		
Physikdidaktik – Sitzung 6, Stromkreis (VA)					
FK	2		2		5
FDK		1			1
Physikdidaktik – Sitzung 7, Stromkreis (VA)					
FK					1
FDK	2				
Physikdidaktik – Sitzung 9, Wärmelehre (VA)					
FK		2			
FDK	6	5			5
Physikdidaktik – Sitzung 11, Wärmelehre (VA)					
FK				1	7
FDK		1	3	5	1
Physikdidaktik – Sitzung 13, Pendel (VA)					
FK			12		3
FDK		1			
Physikdidaktik – schriftliche Abschlussanalyse (SA)					
FK					
FDK					
Mathematikdidaktik – schriftliche Eingangsanalyse (SA)					
FK					
FDK					
Mathematikdidaktik – Videoanalyse (VA)					
FK	4		3		9
FDK	7		6		
Mathematikdidaktik – schriftliche Abschlussanalyse (SA)					
FK			1		
FDK					

Anhand der beiden Tabellen wird deutlich, dass die Verteilung von Codes aus der Kategorie I (*Time on Task*) für die jeweiligen Gruppen sehr heterogen ist. Auf die Codes *Off-Task* und *Organisation* wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da diese Codes diagnostisch vermutlich insbesondere dann fruchtbar nutzbar sind, wenn genauer untersucht wird, unter welchen Bedingungen sie auftreten. Dies ist im Rahmen der Arbeit aber aus Zeitgründen nicht erfolgt.⁵¹ Wesentlicher für den diagnostischen Prozess sind an dieser Stelle fachliche bzw. fachdidaktische Klärungen, in denen der fachliche Zusammenhang oder Hintergrund des behandelten Sachverhaltes bzw. die Bedeutung eines fachdidaktischen Konzeptes erfragt oder diskutiert wird: Sie sind deswegen von Bedeutung, da sie inhaltlich zwar mit dem zu diagnostizierenden Gegenstand zusammenhängen, aber Zeit beanspruchen, die gleichzeitig nicht für Diagnostik eingesetzt werden kann. Dazu lässt sich festhalten, dass trotz einer jeweiligen vorbereitenden Auseinandersetzung mit dem fachlichen Inhalt bzw. einer begleitenden Anleitung zu den anwendbaren diagnostischen Kriterien die Videoanalysen einen bemerkenswerten Anteil fachlicher bzw. fachdidaktischer Klärungen aufweisen. So haben alle Gruppen in mindestens der Hälfte der Videoanalysen fachliche Klärungen vorgenommen (AN/MA in 7 von 9, CO in 5 von 10, SI/AG in 6 von 10, GA/TH in 5 von 8 und JU in 8 von 10 Videoanalysen). Ähnliches gilt für die fachdidaktischen Klärungen: Alle Gruppen weisen während der Videoanalysen Diskurse zur fachdidaktischen Klärung auf, drei der fünf Gruppen in mindestens der Hälfte der Fälle (AN/MA in 5 von 9, CO in 7 von 10, SI/AG in 5 von 10, GA/TH in 2 von 8 und JU in 3 von 10 Videoanalysen). Sogar in den schriftlichen Analysen lassen sich, wenn auch in deutlich geringerem Maße, fachliche (und fachdidaktische) Klärungen identifizieren. Aufgrund des Testcharakters dieses Diagnoseanlasses waren fachliche und fachdidaktische Klärungen im Rahmen der schriftlichen Analysen eher nicht zu erwarten. Insbesondere im Rahmen der ersten schriftlichen Analyse des physikdidaktischen Seminars traten diese aber vermehrt auf.

⁵¹ Aushandlungsprozesse zur Aufgabe und dem Bearbeitungsprozess sowie Ablenkungen vom eigentlichen Arbeitsauftrag erscheinen im Rahmen von Partnerarbeiten zu einem gewissen Grad als normal bzw. notwendig, viel *Off-Task* kann beispielsweise aber auch auf Überforderung und viel *Organisation* auf missverständliche Arbeitsaufträge hindeuten.

Eine Besonderheit bei den fachdidaktischen Klärungen ist die Häufung bzw. der höhere Zeitanteil bei den Themenfeldern *Stromkreise* und *Wärmelehre* – insbesondere in der jeweils ersten Sitzung dazu – sowie in der mathematikdidaktischen Videoanalyse (vgl. Tabelle 46 und 47). Bei einem detaillierteren Blick in die Einbettung der betroffenen Videoanalysen erscheint diese Beobachtung aber nicht verwunderlich, da im Rahmen der Videoanalysen zu den Themenfeldern Stromkreise und Wärmelehre die Konzeptualisierungsniveaus als neues Kriterium erarbeitet wurden, sodass davon auszugehen war, dass sich die Studierenden an dieser Stelle noch vermehrt ins Gedächtnis rufen mussten, wie das diagnostische Kriterium definiert und anzuwenden ist. Die auffällige Häufigkeit in der mathematikdidaktischen Videoanalyse lässt sich am ehesten mithilfe der Querbezüge aus der physikdidaktischen Veranstaltung erklären (vgl. Abschnitt 7.2). Dort etablierte Kriterien werden erinnert und geklärt, bevor sie auf den mathematischen Kontext übertragen werden, besonders von den Gruppen, die sich aus vielen Studierenden mit physikdidaktischen Vorerfahrungen zur Diagnostik zusammensetzen (Ausnahme JU16GI, der allein in einer Gruppe ohne physikdidaktische Vorerfahrung war).

Insgesamt lässt sich der Hinweis ableiten, dass fachliche und fachdidaktische Klärungen als Folge von Unsicherheiten oder als fehlend erlebten Kenntnissen bei den Studierenden den diagnostischen Prozess überlagern bzw. behindern können (vgl. „Anforderungen an Vignetten, Verstehbarkeit“ in v. Aufschnaiter et al., 2017). Das unterstützt die u. a. auch von Rath (2017) und Hoppe, Renkl und Rieß (2020) belegte These, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen eine Voraussetzung für diagnostische Kompetenz darstellen – kriteriengeleitete Diagnostik scheint nur sinnvoll möglich, wenn das *Was*, Sachverhalt und Kriterium, hinreichend bekannt sind.

7.2 Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen in den Diagnosen

Im Gegensatz zur Struktur der Diagnostik, die im ersten Forschungsschwerpunkt untersucht wurde und dabei auf die vorab entworfene Operationalisierung in Abschnitt 2.1.4 zurückgreifen konnte, bestand ein wesentlicher Teil der Auswertung zur Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen in den Diagnosen darin, diese mit dem hauptsächlich induktiv entwickelten Kategoriensystem vollständig zu erfassen und zu beschrei-

ben. Mittels den Kategorien zum *inhaltlichen Gegenstand* konnten unterschiedliche Inhalte der (fach)didaktischen Überlegungen im Diagnoseprozess der Studierenden identifizieren sowie voneinander unterschieden werden. Diese wurden die in Tabelle 48 dokumentiert. Dabei entsprechen die Häufigkeiten in der Tabelle ausdrücklich nicht den absoluten Häufigkeiten der Komponenten des Diagnoseprozesses aus Abschnitt 7.1, da die Kategorie *inhaltlicher Gegenstand* mehrfach auf demselben Textabschnitt kodiert werden konnte.

Tabelle 48: Übersicht der von den Studierenden in den Videoanalysen (VA) und den schriftlichen Analysen (SA) thematisierten *inhaltlichen Gegenstände* als Repräsentanten (fach-)didaktischer Überlegungen (S*S: Schüler*innen).

Hauptkategorie <i>inhaltlicher Gegenstand</i>	Unterkategorien	Kurzbeschreibung	absolute Häufigkeit (Anteil)	
			VA	SA
fachinhaltlich orientierte Aspekte (FI)	Kenntnisse	vorhandene bzw. nicht vorhandene und richtige bzw. falsche fachliche Sachverhalte	2426 (62,5%)	445 (51,5%)
	fachliche Passung	Passung zwischen fachlichen Anforderungen und Fähigkeiten von S*S	53 (1,4%)	2 (0,2%)
fachdidaktisch orientierte Aspekte (FD)	Niveau zuschreibungen	zu fachspezifischen Kompetenzveränderungen und Lernverläufen wie Erfahrungsbezüge, Konzeptualisierungsniveaus, Entwicklungsstufen oder Stufen des Begriffslernens	516 (13,3%)	245 (28,4%)
	strukturelle Passung	didaktische Strukturierung der Lehr-/Lernsituation	205 (5,3%)	5 (0,6%)
	Methodik	Thematisierung von Unterrichtsmethode, Sozialform, Arbeitsphase, Zeitmanagement oder Kompetenzbereiche	132 (3,4%)	45 (5,2%)

Hauptkategorie <i>inhaltlicher Gegenstand</i>	Unterkategorien	Kurzbeschreibung	absolute Häufigkeit (Anteil)	
			VA	SA
motivational- emotional orientierte Aspekte (MOT)	Motivation		9 (0,2%)	-
	Erleben		38 (1,0%)	56 (6,5%)
	Interesse		7 (0,2%)	4 (0,5%)
	Mitarbeit	Beteiligung, Involviertheit Konzentration und Auf- merksamkeit.	76 (2,0%)	10 (1,2%)
sozial orientierte Aspekte (SD)	Sozialdynamik	Umgang der S*S unterei- nander, Gesprächsstruk- tur	30 (0,8%)	22 (2,5%)
übergeordnete Faktoren des Lernprozesses (ÜF)	Arbeitsablauf	Organisation von Arbeits- abläufen, Klärung von Aufgabenstellungen, Be- arbeitungszeit	340 (8,8%)	18 (2,1%)
	Allgemeine kogni- tive Merkmale	Lese-, Schreib- und Kommunikationskompe- tenz	8 (0,2%)	3 (0,3%)
Sonstiges	Sonstiges		41 (1,1%)	-

Detailliertere Verteilung inhaltlicher Gegenstände als (fach-)didaktische Überlegungen

Vor dem Hintergrund kriteriengeleiteter Zugänge zu Diagnostik und Förderung, die in beiden Veranstaltungen verfolgt werden, können in den studentischen Analysen bzw. in den dabei angestellten (fach-)didaktischen Überlegungen sowohl Aspekte mit Bezug zu in den Veranstaltungen thematisierten Kriterien (vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2) als auch nicht explizit thematisierte, eigene inhaltliche Gegenstände identifiziert werden (z. B. die Mitarbeit oder überfachliche Kompetenzen wie die Lese-, Schreib- und Kommunikationskompetenz). Die in Abbildung 18 dargestellte Verteilung der Anteile der verschiedenen inhaltlichen Gegenstände im Verlauf der Videoanalysen deutet entlang der zunehmenden Auffächerung der Balken darauf hin, dass es den Studierenden vermehrt gelingt, im Rahmen einer Diagnostik und darin enthaltenen (fach-)didaktischen Überlegungen mehrere förderrelevante Aspekte in den Blick zu nehmen und zu diagnostizieren. Die in Abbildung 18 ebenfalls erkennbaren Schwerpunkte (FI bzw.

FD) entsprechen der inhaltlichen Fokussierung der jeweiligen begleitenden diagnostischen Arbeitsaufträge, wodurch sich andeutet, dass der kriteriengeleitete Zugang insgesamt wirksam zu sein scheint. Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass die Zunahme unterschiedlicher Kriterien ein Artefakt der den Studierenden präsentierten Daten ist, die unterschiedlich gehaltvoll in Bezug auf zu diagnostizierende Aspekte sind.⁵² Diese Einschränkung scheint von der Verteilung der thematisierten Gegenstände in den schriftlichen Analysen gestützt zu werden, die von Beginn an alle in den schriftlichen Analysen angereicherten Kriterien enthalten (vgl. Abbildung 19).

Jenseits dessen zeigt sich im Hinblick auf den Kontrast zwischen den Videoanalysen und den schriftlichen Analysen, dass in den Videoanalysen mehr zu Kenntnissen und dem Arbeitsablauf gesagt wird, wohingegen in den schriftlichen Analysen mehr Niveauezuschreibungen und Äußerungen zum Erleben getätigt werden (vgl. Tabelle 48). Der höhere Anteil an Niveauezuschreibungen in den schriftlichen Analysen lässt sich ggf. mit der nach der physikdidaktischen Veranstaltung stattfindenden Klausur erklären: Eine zentrale Anforderung in der Klausur besteht darin, in einer schriftlichen Analyse das Kriterium der *Konzeptualisierungsniveaus* anzuwenden, also Niveauezuschreibungen vorzunehmen. Dementsprechend könnten die schriftlichen Analysen im physikdidaktischen Kurs als Übungsgelegenheiten dazu wahrgenommen worden sein, während sich im mathematikdidaktischen Kurs bereits eine dahingehende Routine eingestellt haben könnte. Der höhere Anteil zum Arbeitsablauf in Videoanalyse lässt sich dagegen vermutlich auf die Art der Darbietung des Lernprozesses zurückführen, da derartige Interaktion im Video eher auffallen als in den schriftlichen Analysen, in denen der Informationsgehalt natürlicherweise reduzierter ist. Insgesamt gilt aber auch hier wie schon bei der Struktur der Diagnosen, dass die Studierenden z. T. sehr unterschiedliche und sich verändernde Profile in der Verteilung der inhaltlichen Gegenstände in den (fach-)didaktischen Überlegungen ihrer Analysen zeigen (siehe ausführliche Darstellung der Verteilung der inhaltlichen Gegenstände in Anhang M).

⁵² Während die schriftlichen Analysen bewusst so angelegt wurden, dass man viele verschiedene förderrelevante Aspekte finden kann, wurden die Videoanalysen zur Einführung bestimmter Kriterien mit einem gezielteren Fokus auf diese ausgewählt.

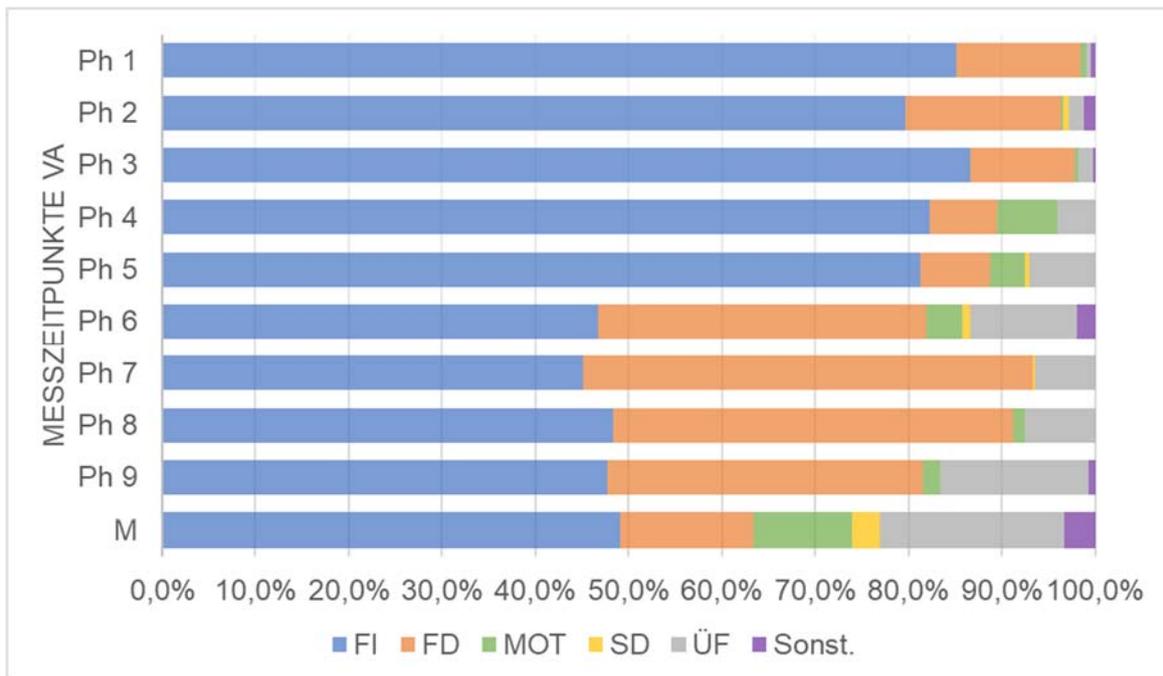


Abbildung 18: Anteilige Verteilung der in den Videoanalysen (VA) thematisierten *inhaltlichen Gegenstände* (Ph 1-9: physikdidaktische Sitzungen mit Videoanalysen, M: mathematikdidaktische Sitzung mit Videoanalyse; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational-emotional orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses, Sonst.: sonstige Aspekte).

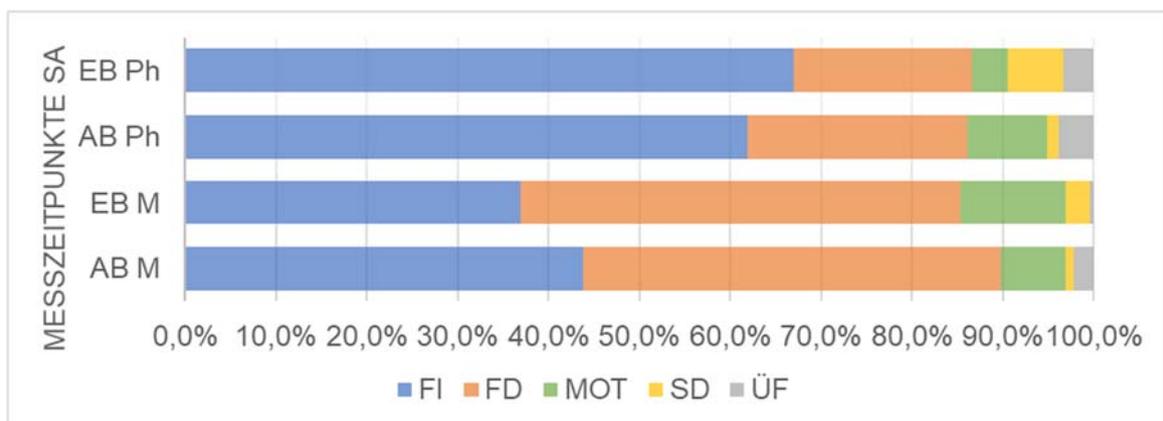


Abbildung 19: Anteilige Verteilung der in den schriftlichen Analysen (SA) thematisierten *inhaltlichen Gegenstände* (EB: Eingangsbefragung, AB: Abschlussbefragung, Ph: physikdidaktischer Kontext, M: mathematikdidaktischer Kontext; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational-emotional orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses).

Thematisierung unterschiedlicher Heterogenitätsaspekte

Neben der rein inhaltlichen Verteilung der thematisierten Gegenstände greifen die Studierenden in ihren (fach-)didaktischen Überlegungen zudem, wie von den Veranstaltungen auch angestrebt, unterschiedliche Heterogenitätsaspekte auf. Unter Heterogenitätsaspekten werden in der vorliegenden Arbeit diagnostische Aussagen, die explizit auf *heterogene Lernlagen* zu bestimmten inhaltlichen Gegenständen verwiesen, verstanden (siehe Kodiermanual in Anhang I). Hierzu zählen beispielsweise Aussagen zum direkten Vergleich der Kompetenzen von Schüler*innen, wie z. B., dass sich die betrachteten Schüler*innen in ihren fachinhaltlichen Kenntnissen (fachlich orientierter Aspekt) unterscheiden (expliziter Verweis auf Heterogenität). Tabelle 49 dokumentiert dazu die personenspezifische Verteilung der identifizierten Heterogenitätsaspekte entlang der einzelnen Messzeitpunkte (überwiegend Videoanalysen), während Tabelle 50 einen Überblick über den inhaltlichen Gegenstand der identifizierten Heterogenitätsaspekte liefert.

Tabelle 49: Personenspezifische Verteilung der von den Studierenden absolut thematisierten Heterogenitätsaspekte (Ph 1-9: physikdidaktische Sitzungen mit Videoanalysen, M: mathematikdidaktische Sitzung mit Videoanalyse; * beinhaltet zusätzlich einen einzelnen Heterogenitätsaspekt aus der schriftlichen Abschlussanalyse der physikdidaktischen Veranstaltung).

	Summe	Ph 1	Ph 2	Ph 3	Ph 4	Ph 5	Ph 6	Ph 7	Ph 8	Ph 9	M
JU16GI	14	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7
AG11KA	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
SI13HA	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
GA25HA	14	0	3	1	-	-	1	0	3	0	6
TH07WE	10 *	0	3	1	-	-	1	0	1	1	2
CO22SC	16	0	0	2	0	2	1	0	3	0	8
AN18HE	11	0	0	0	0	1	1	2	-	1	6
MA12LI	29	0	0	0	4	7	6	3	-	0	9
Gesamt	104	0	6	7	4	10	17	5	7	2	46

Tabelle 50: Übersicht über den inhaltlichen Gegenstand (Kategorie IV) der thematisierten Heterogenitätsaspekte inkl. Zuordnung zu unterschiedlichen Heterogenitätsfacetten (AKMF: Unterschiedliche allgemeine kognitive und motorische Fähigkeiten, FK: unterschiedliche fachspezifische Vorerfahrungen und Vorkenntnisse, IN: unterschiedliche Interessen und Neigungen, KAP: unterschiedliche Fähigkeiten zum kooperativen Arbeiten und der Persistenz; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses; enthält Dopplungen⁵³).

Inhaltliche Gegenstände (Kat. IV)		absolute Häufigkeit der Heterogenitätsaspekte zum inhaltl. Gegenstand	Zuordnung Heterogenitätsfacetten
FI	Kenntnisse	80	FK
	fachliche Passung	0	-
FD	Niveauezuschreibungen	20	FK
	strukturelle Passung	0	-
	Methodik	1	-
MOT	Motivation	2	KAP
	Erleben	2	IN
	Interesse	0	-
	Mitarbeit	14	KAP
SD	Sozialdynamik	5	KAP
ÜF	Arbeitsablauf – zeitlicher Aspekt	22	KAP
	allgemeine kognitive Merkmale	3	AKMF
	Sonstiges	0	-

Insgesamt lässt sich festhalten, dass alle Studierenden irgendwann im Rahmen der diagnostischen Veranstaltungen Heterogenität thematisieren (vgl. Tabelle 49) und damit entlang der Zielsetzung der Veranstaltungen eine gewisse Sensibilisierung dafür erlangen, was wiederum für die Wirksamkeit der inhaltlichen Veranstaltungskonzepte

⁵³ Der Verweis auf eine heterogene Lernlage (Heterogenitätsaspekt) kann mehrere unterschiedliche inhaltliche Gegenstände adressieren, weshalb in Bezug auf die Summe aller kodierten Heterogenitätsaspekte Dopplungen enthalten sein können.

spricht. Allerdings scheinen Heterogenitätsaspekte fast ausschließlich in den Videoanalysen adressiert zu werden, in den schriftlichen Analysen konnte nur ein einziger Heterogenitätsaspekt identifiziert werden (vgl. Tabelle 49). Die Ergebnisse legen nahe, dass die Videoanalysen häufiger zu Vergleichen von Schüler*innen hinsichtlich vorliegender Heterogenität anregen. Dass bei den schriftlichen Analysen absolut auch weniger Aspekte identifiziert werden können, ist aufgrund des geringeren zeitlichen Umfangs im Vergleich zu den Videoanalysen allerdings auch zu erwarten. Basierend auf dieser Einschränkung scheint eine weitere systematische Untersuchung des Zusammenhangs zu den Diagnoseanlässen sinnvoll. Des Weiteren weisen die Äußerungen zur Heterogenität thematisch unterschiedliche Facetten auf, wobei auch hier festgehalten werden kann, dass die Studierenden insgesamt zu allen inhaltlich berücksichtigten Gegenständen auf heterogene Lernlagen aufmerksam werden (vgl. Tabelle 50). Die unterschiedlichen thematischen Facetten lassen sich grob vier Ausprägungen von Heterogenität zuordnen (vgl. rechte Spalte in Tabelle 50), die die Studierenden allerdings erst im späteren Studienverlauf kennenlernen: *Unterschiedliche allgemeine kognitive und motorische Fähigkeiten (AKMF)*, *unterschiedliche fachspezifische Vorerfahrungen und Vorkenntnisse (FK)*, *unterschiedliche Interessen und Neigungen (IN)* sowie *unterschiedliche Fähigkeiten zum kooperativen Arbeiten und der Persistenz (KAP)*; v. Aufschnaiter, Hofmann, Kirschner & Vorholzer, 2014). Insgesamt nehmen die Studierenden in ihren Diagnosen nicht nur die kognitive Kompetenzfacette, sondern auch weitere Kompetenzfacette in den Blick (z. B. Interesse am Fach). Darüber hinaus beschränkt es sich nicht nur auf rein fachspezifische Aspekte (z. B. fachliche Kenntnisse), sondern auch eher übergreifende Kompetenzen werden berücksichtigt (z. B. allgemeine kognitive Fähigkeiten, Fähigkeiten zum kooperativen Arbeiten).

Theorie- und Querbezüge

Wie im Rahmen der Erarbeitung der Forschungsfragen (vgl. Kapitel 4) bereits erläutert wurde, sind bei der Frage nach den von den Studierenden in ihrer Diagnostik genutzten (fach-)didaktischen Überlegungen besonders eine etwaige explizite Theorieanbin-

dung sowie theoriebasierte Querbezüge aus der jeweils anderen Disziplin von Interesse.⁵⁴ Die nachfolgenden Tabellen 51 und 52 dokumentieren für die beiden Diagnoseanlässe die durch die entsprechende Kodierung gewonnenen absoluten und relativen Verteilungen der Theoriebezüge und theoriebasierten Querbezüge.

Tabelle 51: Übersicht der Theorie- und Querbezüge: absoluter Häufigkeit aller Theoriebezüge und darin beinhalteten Querbezügen in den Videoanalysen (VA; MW: Mittelwert; Hervorhebung in grau bei Aufforderung zur Nutzung von Theorie und empirischen Befundlagen in den Arbeitsaufträgen).

		jeweils											
		absolute Häufigkeit Theoriebezüge					absolute Häufigkeit Querbezüge an den Theoriebezügen						
VA		Physikdidaktik										Ma- thedi- daktik	
		Sitz- ung 2	Sitz- ung 3	Sitz- ung 4	Sitz- ung 5	Sitz- ung 6	Sitz- ung 7	Sitz- ung 9	Sitz- ung 11	Sitz- ung 13			
AN18HE		3	0	6	0	0	0	2	-	0	1		
MA12LI		1	0	6	0	1	1	0	9	-	0	4	4
CO22SC		4	1	1	19	0	0	0	5	5	1	20	15
SI13HA		3	0	9	0	0	0	0	1	1	1	1	1
AG11KA		1	2	3	0	0	0	0	4	5	5	1	1
GA25HA		2	2	11	-	-	0	0	2	5	3	3	
TH07WE		1	2	10	-	-	0	0	0	1	0		
JU16GI		0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	
MW inhaltl. kod. As- pekte p. P.		55	41	78	16	27	13	43	41	67	106		
Anteil an inhaltl. kod. As- pekten		3,4 %	2,1 %	10,5 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	4,6 %	3,6 %	2,4 %	3,5 %		
		Mittelwert 4,0 % entspricht Gesamtanteil an allen inhaltlichen Gegenständen											

⁵⁴ Unter Theoriebezügen werden sowohl Verweise auf (fach-)didaktische Theorien und Konzepte als auch Bezüge zu empirischen Befundlagen zusammengefasst (siehe Kodiermanual in Anhang I).

Tabelle 52: Übersicht der Theorie- und Querbezüge: absolute Häufigkeit aller Theoriebezüge und darin beinhalteten Querbezügen in den schriftlichen Analysen (SA; MW: Mittelwert; explizite Aufforderung zu Theoriebezügen im Rahmen des gestuften Arbeitsauftrags; vgl. Abschnitt 5.1.3).

SA	jeweils				absolute Häufigkeit Querbezüge an den Theoriebezügen			
	absolute Häufigkeit Theoriebezüge							
	Physikdidaktik EB	QB	Physikdidaktik AB	QB	Mathedidaktik EB	QB	Mathedidaktik AB	QB
AN18HE			1		8	6	10	4
MA12LI					13	10	2	
CO22SC	3		22		10	8	2	
SI13HA					12	6	9	6
AG11KA	1	1	2		10	4	9	6
GA25HA	2		1		14	5	9	
TH07WE	1		2	2	4		6	
JU16GI					3		4	
MW inhaltl. kod. Aspekte p. P.	22		30		28		28	
Anteil an inhaltl. kod. Aspekten	3,9 %		11,8 %		32,9 %		22,8 %	
	Mittelwert 18,5 % entspricht Gesamtanteil an allen inhaltlichen Gegenständen							

Sowohl bei den Videoanalysen als auch bei den schriftlichen Analysen werden von allen Studierenden Theoriebezüge genutzt, allerdings nicht immer bei jedem Diagnoseanlass (vgl. Tabelle 51 & 52). Insgesamt treten Theoriebezüge aber in beiden Fällen nur in geringem Umfang auf (vgl. Tabelle 51 & 52), wobei zu bedenken ist, dass sich Theoriebezüge nicht für alle Komponenten gleichermaßen anbieten (vgl. Tabelle 53 im nächsten Absatz). Weniger als 5 % der inhaltlich kodierten Aspekte in den Videoanalysen und weniger als 20 % der inhaltlich kodierten Aspekte in den schriftlichen

Analysen beinhalten einen konkret benannten Theoriebezug⁵⁵, obwohl ein Teil der Arbeitsaufträge explizite Prompts zu Theoriebezügen enthielt (Hervorhebung in grau in Tabelle 51 der Videoanalysen und gestufter Arbeitsauftrag in den schriftlichen Analysen; vgl. Abschnitt 5.1.3 und 5.1.4). Deren Effekt scheint außer in der vierten Sitzung des physikdidaktischen Kurses vergleichsweise gering. In der vierten Sitzung wurden die Studierenden dazu aufgefordert, eine Einordnung der Aussagen der Schüler*innen in die Ebenen der Learning Progression zu Force & Motion von Alonzo und v. Aufschnaiter (2018) vorzunehmen, wobei ihnen die entsprechende Übersicht vorlag. In den beiden Sitzungen zur Wärmelehre (9 und 11), in denen die Studierenden begründet und damit theoretisch fundiert eine Zuweisung der Konzeptualisierungsniveaus vornehmen sollten⁵⁶, zeigt sich im Vergleich zu Sitzungen ohne Hinweis auf Theoriebezüge kein höherer Anteil. Allerdings sei an dieser Stelle daran erinnert, dass die Studierenden das fachdidaktische Konzept der Konzeptualisierungsniveaus erst kurz davor im Rahmen der Veranstaltung kennen lernen. Unter Anwendung des gleichen Theoriebezugs auf das Verhalten der Studierenden könnte argumentiert werden, dass sie sich entsprechend der frühen Position im Lernverlauf noch *intuitiv regelbasiert*⁵⁷ verhalten, anstatt *explizit regelbasiert*, in das die Verwendung passender Theoriebezüge eher einzuordnen wäre. Aus Forschersicht wäre allerdings gerade im Laufe der

⁵⁵ Theoriebezüge und theoriebasierte Querbezüge wurden auf Basis von Kategorie II – Prozess – kodiert. Sie beziehen sich auf diagnoserelevante Aspekte, denen vorab eine Komponente des Diagnoseprozesses oder eine fachliche bzw. fachdidaktische Klärung zugeordnet wurde.

⁵⁶ Für einfache Benennungen bzw. Zuweisungen der Konzeptualisierungsniveaus und Stufen des Begriffslernens in der Art „das ist IRB“ wurde nur dann ein Theoriebezug, genauer gesagt ein theoriebasierter Querbezug kodiert, wenn das entsprechende Kriterium fachfremd genutzt wurde. Konkret heißt das, für die Aussage „das ist IRB“ wurde im mathematischen Kontext ein theoriebasierter Querbezug als Teilmenge der Theoriebezüge kodiert, im physikalischen Kontext dagegen nicht. Dort war es für die Kodierung eines Theoriebezugs notwendig, explizit auf die Definition des entsprechenden Konzeptualisierungsniveaus zu verweisen.

⁵⁷ Intuitiv regelbasiertes Verhalten: Verhalten, als ob das Konzept bekannt ist; nutzen physikalische Begriffe [hier: Begriffe zur Theorie] zielgerichtet zur Beschreibung/Vorhersage von Ereignissen bzw. begründen ein Ereignis/Phänomen mit der Zuschreibung eines physikalischen Merkmals/Begriffs [hier: Begriff/Merkmal aus Theorie], „Ich weiß, was ich jetzt sagen muss“ (v. Aufschnaiter und Rogge (2010)).

Erarbeitung eines neuen Kriteriums der vermehrte Rückgriff auf das dahinterliegende theoretische Konzept sinnvoll und erwartungsgemäß gewesen.

Bevor die Theoriebezüge im weiteren Verlauf detaillierter aus einer inhaltlichen Perspektive beleuchtet und beschrieben werden, bietet sich ein struktureller Zugang an, der den Zusammenhang der Theoriebezüge mit den Komponenten des Diagnoseprozesses untersucht. Dazu wurde mithilfe der komplexen Segment-Suche in MAXQDA jeweils die Überschneidung eines Theoriebezugs mit einer der Komponenten des Diagnoseprozesses abgefragt und in Tabelle 53 anteilhaft dargestellt.

Tabelle 53: Übersicht über die prozentuale Verteilung der Theoriebezüge auf die unterschiedlichen Komponenten im Diagnoseprozess, getrennt nach dem Diagnoseanlass (SA: schriftliche Analysen, VA: Videoanalysen).

	Beobachtungen	Deutungen	Ursachen	Konsequenzen	Klärungen	allg.
SA	0,6 %	96,9 %	1,9 %	0,0 %	0,6 %	0,0 %
VA	7,6 %	58,5 %	17,5 %	4,1 %	8,7 %	3,5 %

Dabei fällt auf, dass Theoriebezüge am häufigsten in Zusammenhang mit Deutungen und bei den Videoanalysen zusätzlich auch noch häufiger in Verbindung mit Ursachen genutzt werden, zusammen jeweils in mindestens drei von vier Fällen. Betrachtet man dazu die Rolle (fach-)didaktischer Überlegungen als theoretische Anbindung im Diagnoseprozess (vgl. Abbildung 1 in Abschnitt 2.1.4, S. 23), scheinen Theoriebezüge in erster Linie hilfreich für die Einordnung im Zuge von Deutungen und Ursachen. Bei der Beschreibung von Beobachtungen oder der Formulierung von Konsequenzen geben sie eine eher unspezifische Orientierung bzw. Hinweise und spielen daher ggf. eine eher untergeordnete Rolle in Bezug auf die expliziten Theoriebezüge.

Abgesehen von dem insgesamt eher geringen Anteil an Theoriebezügen lässt sich, wie Tabelle 54 entnommen werden kann, eine Häufung bestimmter Arten von Theoriebezügen ausmachen, die scheinbar eng mit dem durch den Arbeitsauftrag fokussierten Kriterium zusammenhängt. Dazu wurden die kodierten Theoriebezüge im Nachhinein inhaltlich den Kriterien und Schwerpunkten der Veranstaltung zugewiesen und teilweise wie folgt zusammengefasst: die Kategorie *andere Veranstaltungen* beinhaltet Bezüge zu den anderen physik- und mathematikdidaktischen Veranstaltungen

des Studiums (z. B. D01; vgl. Abschnitt 3.2); die Kategorie *Vorstellungen & LP* setzt sich aus Schülervorstellungen und den Learning Progressions zusammen; die Kategorie *Niveauezuschreibungen* beinhaltet neben den Konzeptualisierungsniveaus bzw. den Stufen des Begriffslernens auch Bezüge zur Unterscheidung von Fall und Konzept sowie dem Erfahrungsbezug.

Tabelle 54: Verteilung der Theoriebezüge auf inhaltliche Kategorien entlang der einzelnen Diagnosen (LV: Lehrveranstaltungen; LP: Learning Progression; EB: Eingangsbefragung; AB: Abschlussbefragung; Hervorhebung in grau: Fokus des Prompts zum Theoriebezug).

VA	Physikdidaktik									Mathedidaktik
	Sitzung 2	Sitzung 3	Sitzung 4	Sitzung 5	Sitzung 6	Sitzung 7	Sitzung 9	Sitzung 11	Sitzung 13	
andere LV									2	4
Vorstellungen & LP	14	7	58							
Niveauezuschreibungen			8				16	12	6	22
Soziales										1
Anspruchsniveau										1
Fachliches										2
Zeit										1
mathem. (Quer-) Bezug	1				1				5	1

SA	Physikdidaktik EB	Physikdidaktik AB	Mathedidaktik EB	Mathedidaktik AB
andere LV	1	4	1	1
Vorstellungen & LP	5	4		
Nivea- zuschrei- bungen		18	73	50
Erleben		1		
An- spruchs- niveau				
Fach- liches		1		
Zeit				
mathem. (Quer-) Bezug	1	2		1

In den physikdidaktischen Videoanalysen scheinen die Studierenden jeweils auf nur eine inhaltliche Kategorie von Theoriebezügen pro Analyse zu fokussieren, insbesondere die vorauslaufenden inhaltlichen Kategorien (erst Vorstellungen & Learning Progressions, dann Niveaushreibungen) "verschwinden" in den späteren Analysen. Auch in den schriftlichen Analysen nehmen die Studierenden in ihren Theoriebezügen überwiegend nur eine inhaltliche Kategorie in den Blick, die Niveaushreibungen. Für die schriftlichen Analysen des mathematikdidaktischen Kurses lässt sich dies mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Inhalt des Prompts zurückführen, der mit den Stufen des Begriffslernens klar die Niveaushreibungen adressiert. Der Prompt in den schriftlichen Analysen des physikdidaktischen Kurses zu den Schülervorstellungen der Mechanik scheint einen derartigen Effekt dagegen nicht zu erzeugen. Dort dominieren in der Abschlussbefragung trotz anderweitigem Hinweis Theoriebezüge zu den in der Veranstaltung kennengelernten Theorien zu Niveaushreibungen. Eine Ursache dafür könnte sein, dass es sich dabei um ein von der Dozentin der Lehrveranstaltung selbst entwickeltes fachdidaktisches Konzept handelt, das von den Studierende daher als hochgradig relevant wahrgenommen wird. Ein deutlich breiterer Fokus in Bezug

auf die Theoriebezüge scheint den Studierenden lediglich in der abschließenden schriftlichen Analyse in Physikdidaktik gelungen zu sein.

Zum Abschluss der Ausführungen zu den Theoriebezügen steht an dieser Stelle nur noch eine genauere Betrachtung der theoriebasierten Querbezüge aus. Tabelle 55 kann dazu Anzahl und Inhalt der von den Studierenden getätigten Querbezüge entnommen werden.

Tabelle 55: Dokumentation des Inhalts und der Anzahl der von den Studierenden getätigten theoriebasierten Querbezüge aus der jeweils anderen Disziplin (LV: Lehrveranstaltungen; LP: Learning Progressions; VA: Videoanalysen, SA: schriftliche Analysen).

	Physikdidaktik VA	Physikdidaktik SA	Mathedidaktik VA	Mathedidaktik SA
andere LV			3	1
Vorstellungen & LP				
Niveau- zuschrei- bungen			23	50
Erleben				
An- spruchs- niveau				
Fach liches				
Zeit				
mathem. Bezug	7	3		

Insgesamt ist festzustellen, dass die Studierenden nicht nur physikdidaktische Querbezüge im mathematikdidaktischen Kurs nutzen, sondern vereinzelt auch mathematikdidaktische Querbezüge im physikdidaktischen Kurs anklingen. Letztere werden insgesamt allerdings nur von vier der acht Studierenden des Längsschnitts genutzt, umgekehrt stellt dagegen nur eine Person keine physikdidaktischen Bezüge im mathematikdidaktischen Kontext her. Eine derartige Verteilung der Querbezüge, mehr physikdidaktische als mathematikdidaktische, war insgesamt aber zu erwarten, da die

physikdidaktische Veranstaltung schließlich zuerst durchlaufen wurde und somit in der mathematikdidaktischen Veranstaltung eine Vorerfahrung bildet. Die Tatsache, dass nicht bei allen Studierenden Querbezüge identifiziert werden können, könnte ein Hinweis darauf sein, dass dies aufgrund der nötigen Transferleistung eine anspruchsvollere Aufgabe ist.

Hervorzuheben sei für die physikdidaktischen Querbezüge an dieser Stelle noch die herausragende Rolle der verbundenen Kriterien *Konzeptualisierungsniveaus* und *Erfahrungsbezug* mit Unterscheidung in Fall und Konzept. Insbesondere in der ersten schriftlichen Analyse der mathematikdidaktischen Veranstaltung kommt es von einem Großteil der Studierenden (6 von 8) zu einem passenden Transfer dieser Kriterien, noch bevor das mathematikdidaktische Pendant bedacht und angewendet wird. Zwar ist der Transfer evtl. nur einer kurz zuvor geschriebenen Klausur zum Modul D02 in Physikdidaktik geschuldet, in der die Konzeptualisierungsniveaus und der Erfahrungsbezug für eine schriftliche Analyse genutzt werden sollen. Dennoch scheinen diese spezifischen Kriterien die Studierenden anzuregen, inhaltliche Überschneidungen zu den Stufen des Begriffslernens herauszuarbeiten und beide Ansätze zur Diagnostik zu verbinden. Aufgrund der Ähnlichkeit der Kriterien *Konzeptualisierungsniveaus* und *Stufen des Begriffslernens* (vgl. Abschnitt 3.2) konnte also erwartet werden, dass die Studierenden mit diagnostischer Vorerfahrung aus dem physikdidaktischen Kurs entsprechende Querbezüge herstellen.

7.3 Erleben von Relevanz und Fähigkeiten in Bezug auf Diagnostik

Nachdem in Abschnitt 6.1 ausführlich die Modellierung der Fragebogendaten mithilfe der Item-Response-Theorie beschrieben wurde, werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse der statistischen Auswertung vorgestellt⁵⁸, die in erster Linie auf unterschiedlichen *t*-Tests bzw. Wilcoxon-Tests basieren (Field, 2013).

⁵⁸ Zur Erinnerung: ein höherer Wert einer Person oder bei einer Skala bedeutet eine höhere Einschätzung der eigenen Fähigkeiten bzw. der Relevanz.

Fähigkeitsselbsteinschätzung

Für die Frage nach der Veränderung der **Fähigkeitsselbsteinschätzung** wurde entlang der drei relevanten Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* als erstes jeweils ein *t*-Test für abhängige Stichproben gerechnet, der die Mittelwerte der Gesamtgruppen zu Beginn (prä) und am Ende (post) der beiden Veranstaltungen vergleicht. Tabelle 56 zeigt als Übersicht die entsprechenden Ergebnisse des Mittelwertvergleichs.

Tabelle 56: Dokumentation der Kennzahlen des *t*-Tests (Mittelwertvergleich) für abhängige Stichproben zu den Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* entlang der Kurse (Hinterlegung in (hell-)grau: (Vor-)Signifikanz).

Physik (N = 38)									
		Mittelwert (MW)	Δ MW	Signifikanz	Standardabw.	Konfidenzintervall	<i>t</i>	<i>df</i>	Effektstärke
Grundbegriffe	prä	5,97	1,03	.000	1,14	0,37	-7,45	37	<i>r</i> = .78
	post	7,00			0,95	0,31			
Diagnostik	prä	5,23	0,46	.000	0,78	0,26	-3,92	37	<i>r</i> = .54
	post	5,69			0,75	0,25			
Förderung	prä	5,22	0,26	.168	0,93	0,31	-1,41	37	<i>r</i> = .22
	post	5,48			1,07	0,35			
Mathematik (N = 21)									
		Mittelwert (MW)	Δ MW	Signifikanz	Standardabw.	Konfidenzintervall	<i>t</i>	<i>df</i>	Effektstärke
Grundbegriffe	prä	5,72	0,97	.055	2,16	0,98	-2,04	20	<i>r</i> = .42
	post	6,69			1,37	0,62			
Diagnostik	prä	5,41	0,46	.015	0,95	0,43	-2,66	20	<i>r</i> = .51
	post	5,87			0,69	0,32			
Förderung	prä	5,29	0,47	.087	1,27	0,58	-1,80	20	<i>r</i> = .37
	post	5,76			0,98	0,44			

In beiden Fächern lässt sich für jede der drei Skalen ein Zuwachs des gruppenübergreifenden Mittelwerts beobachten (vgl. Abbildung 20 und 21), was mit einer höheren mittleren Fähigkeitsselbsteinschätzung der Studierenden gleichzusetzen ist. Die Zuwächse sind im physikdidaktischen Kurs für die Skalen *Grundbegriffe* und *Diagnostik*

und im mathematikdidaktischen Kurs für die Skala *Diagnostik* jeweils mit einer großen Effektstärke signifikant, wobei insbesondere die Skala *Grundbegriffe* im physikdidaktischen Kurs passend zur hohen Effektstärke auch absolut einen deutlich sichtbaren Anstieg um knapp eine Stufe auf der Likert-Skala von drei auf fast vier verzeichnet (vgl. Abbildung 22).⁵⁹ Daneben weisen die Skalen *Grundbegriffe* und *Förderung* im mathematikdidaktischen Kurs zudem einen vorseignifikanten Unterschied mit mittlerer Effektstärke auf, bei dem absolut betrachtet ebenfalls für die Skala *Grundbegriffe* ein sichtbarer Sprung von Stufe drei auf fast vier der Likert-Skala beobachtet werden kann (vgl. Tabelle 56 sowie Abbildung 21 und 22). Insgesamt passen die Veränderungen in ihrer unterschiedlichen Höhe und Ausprägung gut zu den jeweiligen Lehrveranstaltungsschwerpunkten: das Hauptaugenmerk lag jeweils auf der Diagnostik und in Physik auch auf der Klärung der Grundbegriffe; in Mathematik waren die Klärung der Grundbegriffe sowie die Förderung als weitere Fokuse präsent, während die Förderung in Physik eine eher untergeordnete Rolle spielte (vgl. Abschnitt 3.3).

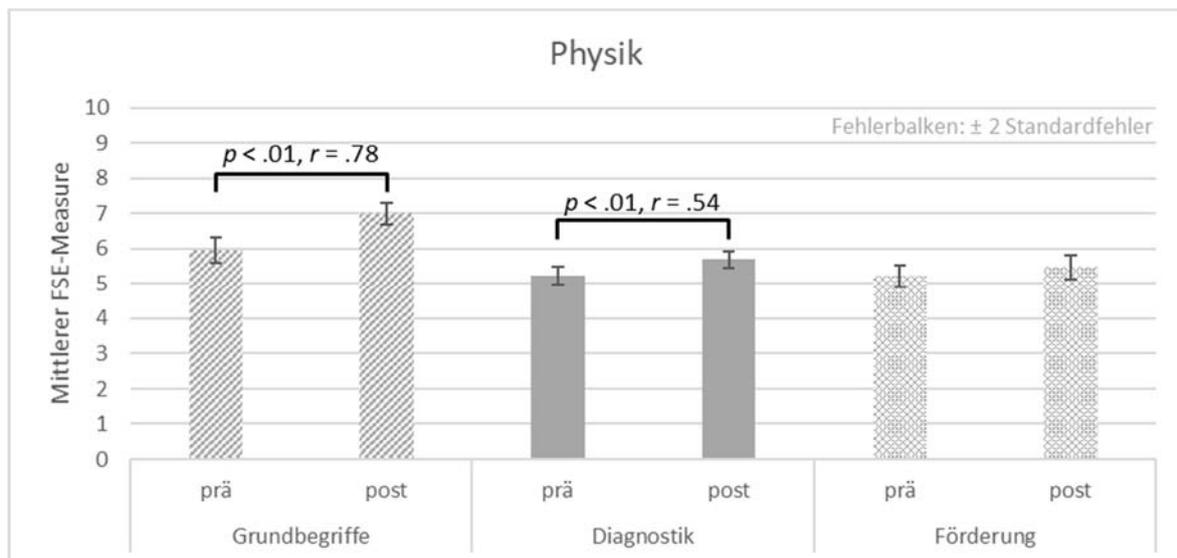


Abbildung 20: Mittlerer Fähigkeitsselbsteinschätzungs-Messure der Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* für den physikdidaktischen Kurs im prä-post-Vergleich.

⁵⁹ Während die Studierenden im prä-Test für alle Items der Skala *Grundbegriffe* im Mittel mindestens Stufe 3 der Likert-Skala angekreuzt haben („teils teils“), schätzten sie sich im post-Test bei allen besagten Items im Mittel mindestens auf Stufe 4 ein („trifft eher zu“).

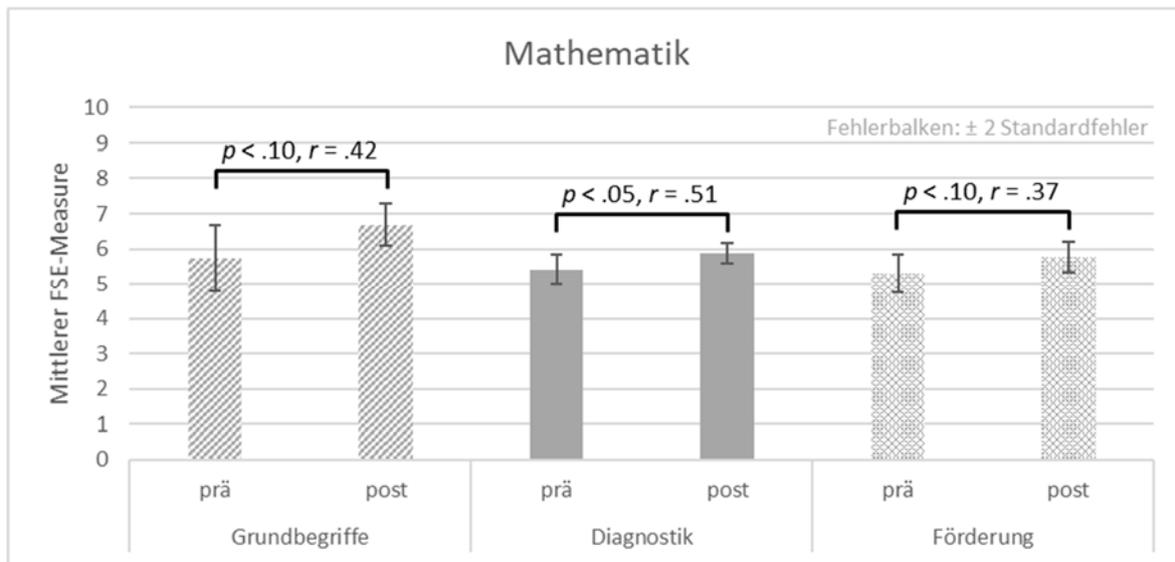


Abbildung 21: Mittlerer Fähigkeitsselbstschätzungs-Messure der Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* für den mathematikdidaktischen Kurs im prä-post-Vergleich.

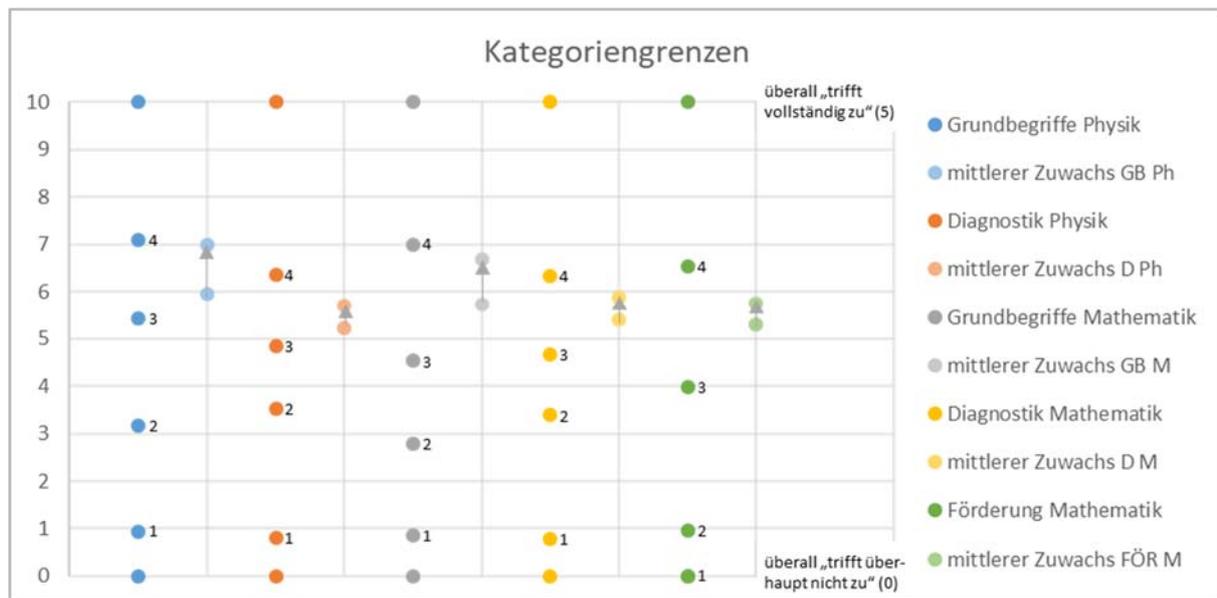


Abbildung 22: Veranschaulichung des absoluten Zuwachses für die (vor-)signifikanten Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung. Die Stufen entsprechen der Likert-Skala: 0 – überall „trifft überhaupt nicht zu“, 1 – mindestens einmal „trifft eher nicht zu“, 2 – mindestens einmal „teils teils“, 3 – „mindestens einmal „trifft eher zu“, 4 – mindestens einmal „trifft vollständig zu“, 5 – überall „trifft vollständig zu“.

Zusätzlich zu den in Abbildung 20 und 21 veranschaulichten Vergleichen wurden weitere Analysen durchgeführt, die Veränderungen der Fähigkeitsselbsteinschätzung der beiden Kurse miteinander vergleicht (Zuwachs Physik verglichen mit Zuwachs Mathematik). Wie Tabelle 57 entnommen werden kann, sind die Fähigkeitsselbsteinschätzungen zwischen dem physikdidaktischen und dem mathematikdidaktischen Kurs nicht signifikant unterschiedlich, weder im Vergleich der beiden Gesamtstichproben, noch bezogen auf die lediglich acht Studierenden des Längsschnitts.

Tabelle 57: Dokumentation der Kennzahlen der t -Tests (Mittelwertvergleich) für die Analyse einer fächerspezifischen Veränderung in den Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* entlang unterschiedlicher Stichprobengrößen und -abhängigkeiten (DIF: Differenz; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs).

Gesamtstichprobe (unabhängiger t -Test)										
		Mittelwert (MW)	Δ MW	Standardabw.	$ t $	t ($p = .05$)	t ($p = .10$)	df	Effektstärke	
Grundbegriffe	DIF Ph	1,04	0,08	0,85	0,1597	< 2,002	< 1,672	57	$r = .02$	
	DIF M	0,96		2,11						
Diagnostik	DIF Ph	0,46	0,00	0,72	0,0144			57		$r = .00$
	DIF M	0,46		0,78						
Förderung	DIF Ph	0,26	0,21	1,13	0,6531			57		$r = .09$
	DIF M	0,47		1,16						
Teilstichprobe (abhängiger t -Test für 8 Studierende des Längsschnitts)										
		Mittelwert (MW)	Δ MW	Signifikanz	Standardabw.	Konfidenzintervall	t	df	Effektstärke	
Grundbegriffe	DIF Ph	1,04	1,09	.114	0,88	0,74	1,80	7	$r = .56$	
	DIF M	-0,05			1,38	1,15				
Diagnostik	DIF Ph	0,38	0,09	.816	0,85	0,71	-0,24	7	$r = .09$	
	DIF M	0,47			0,38	0,32				
Förderung	DIF Ph	0,14	0,15	.746	0,76	0,64	-0,34	7	$r = .13$	
	DIF M	0,29			0,84	0,70				

Insgesamt scheinen beide Veranstaltungen für sich genommen gleichermaßen zu einer subjektiven Steigerung der Fähigkeitsselbsteinschätzung bei den Studierenden geführt zu haben, was auf die Wirkung der Veranstaltungen bezogen jeweils als Lern-

zuwachs im Sinne eines gesteigerten Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten interpretiert werden kann, der aber lediglich auf der Selbstauskunft der Studierenden basiert. Um genauer herauszufinden, welche Items der jeweiligen Skalen für die veränderte Fähigkeitsselbsteinschätzung verantwortlich sind, wurde mithilfe von Wilcoxon-Tests auf Itemebene geprüft, wo sich signifikante Veränderungen zeigen. Tabelle 58 listet diejenigen Items der Skalen auf, bei denen sich eine signifikante Veränderung gezeigt hat.

Tabelle 58: Übersicht über diejenigen Items der Skalen zur Fähigkeitsselbsteinschätzung, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (in grau: Items mit vorsignifikanten Veränderungen im prä-post-Vergleich).

Wilcoxon-Test abhängiger Stichproben für die Fähigkeitsselbsteinschätzung							
physikdidaktischer Kurs							
Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	prä	prä	prä				
	post	post	post				
<i>Grundbegriffe</i>							
FWDHF3: beschreiben, was Diagnostik umfasst	3,34	0,84	3	38	0,002	$T = 236,00$	$r = 0,36$
	3,89	0,79	4				
FWDHF4: beschreiben, wie diagnostiziert werden sollte	3,03	0,74	3	38	0,000	$T = 307,00$	$r = 0,47$
	3,79	0,86	4				
FWDHF5: Vorstellung, worauf bei Förderung zu achten ist	3,11	0,79	3	38	0,003	$T = 214,00$	$r = 0,34$
	3,66	0,74	4				
FWDHF6: Beziehung Heterogenität, Diagnostik und Förderung	2,95	1,10	3	38	0,001	$T = 160,00$	$r = 0,38$
	3,59	0,91	4				
<i>Diagnostik</i>							
FIA1: typische Lernschwierigkeiten	3,82	0,51	4	38	0,050	$T = 195,50$	$r = 0,22$
	4,08	0,74	4				
FIA2: Info Schülervorstellungen	3,68	1,00	4	38	0,026	$T = 206,00$	$r = 0,25$
	4,05	0,72	4				
D1: Verständnis/Fähigkeiten beschreiben	3,08	0,96	3	38	0,011	$T = 217,00$	$r = 0,29$
	3,50	0,75	4				
D2: Bereitschaft beschreiben	3,21	0,92	3	38	0,012	$T = 249,50$	$r = 0,29$
	3,63	0,67	4				
D3: Schülervorstellungen diagnostizieren	3,47	0,85	4	38	0,033	$T = 205,00$	$r = 0,24$
	3,84	0,74	4				
D5: Lernfortschritt feststellen	3,03	0,90	3	38	0,002	$T = 270,00$	$r = 0,36$
	3,57	0,92	4				

Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	prä	prä	prä				
	post	post	post				
D6: Lernstand einzelner Schüler*innen beschreiben	2,95	0,72	3	38	0,000	$T = 156,00$	$r = 0,46$
	3,66	0,74	4				
D7: fachliche Angemessenheit Vorstellungen	3,58	0,78	4	38	0,008	$T = 162,00$	$r = 0,30$
	3,95	0,69	4				
D9: Schwierigkeiten erkennen	3,26	0,85	3	38	0,012	$T = 234,00$	$r = 0,29$
	3,70	0,80	4				
B2: Verständnis einschätzen anhand Leistung	3,37	0,70	3	37	0,010	$T = 141,00$	$r = 0,30$
	3,76	0,82	4				
B3: Verständnis einschätzen anhand Beobachtung	3,37	0,70	3	38	0,065	$T = 164,50$	$r = 0,21$
	3,63	0,58	4				
Förderung							
FÖR2: Alternativen generieren	3,29	0,82	3	38	0,088	$T = 207,00$	$r = 0,20$
	3,58	0,82	4				
FÖR3: Schülervorstellungen geeignet auswählen	3,00	0,86	3	38	0,001	$T = 280,00$	$r = 0,38$
	3,61	0,84	4				
FÖR6: Erklärung für beobachtete Lernschwierigkeit überlegen	3,45	0,71	3	38	0,029	$T = 144,50$	$r = 0,25$
	3,74	0,85	4				
mathematikdidaktischer Kurs							
Grundbegriffe							
FWDHF4: beschreiben, wie Diagnostiziert werden sollte	3,19	1,22	3	21	0,003	$T = 166,00$	$r = 0,45$
	4,14	0,71	4				
FWDHF5: Vorstellung, worauf bei Förderung zu achten ist	3,19	1,05	3	21	0,010	$T = 81,00$	$r = 0,40$
	3,90	0,61	4				
Diagnostik							
D1: Verständnis/Fähigkeiten beschreiben	3,19	0,85	3	21	0,047	$T = 63,50$	$r = 0,31$
	3,71	0,70	4				
D2: Bereitschaft beschreiben	3,43	0,73	4	21	0,088	$T = 51,00$	$r = 0,26$
	3,76	0,68	4				
D3: Schülervorstellungen diagnostizieren	3,29	1,08	3	21	0,005	$T = 133,50$	$r = 0,43$
	4,10	0,53	4				
D5: Lernfortschritt feststellen	3,67	0,78	4	21	0,070	$T = 37,00$	$r = 0,28$
	4,00	0,44	4				
D6: Lernstand einzelner Schüler*innen beschreiben	3,33	0,84	3	21	0,089	$T = 88,50$	$r = 0,26$
	3,76	0,61	4				
D7: fachliche Angemessenheit Vorstellungen	3,62	0,90	4	21	0,033	$T = 55,00$	$r = 0,33$
	4,00	0,53	4				
D10: Schwierigkeit von Aufgaben bei der Planung einschätzen	3,43	0,58	3	21	0,035	$T = 54,00$	$r = 0,33$
	3,76	0,61	4				
B2: Verständnis einschätzen anhand Leistung	3,57	0,79	4	21	0,096	$T = 35,00$	$r = 0,26$
	3,81	0,59	4				

Für die aus Tabelle 58 zu entnehmenden Items mit einem signifikanten Zuwachs in prä-post-Vergleich lässt sich jenseits der itemspezifischen Betrachtung folgende, scheinbar fachunspezifische Schwerpunktsetzung identifizieren: In beiden Kursen scheinen besonders diejenigen Items verantwortlich für Veränderung, bei denen es um strukturelle Elemente im diagnostischen Prozess geht (FWDHF3, 4 und 6) – Beschreiben (D1, 2 und 6), Diagnostizieren im Sinne von Deuten (D3, 5, 7 und 9 sowie B2), Erklären im Sinne von Ursachenforschung (FÖR6) und Förderung als Konsequenz (FWDHF 5) – und/oder inhaltliche Kernelemente der Veranstaltungen thematisiert werden – Schülervorstellungen (FIA1 und 2, D3 sowie FÖR3), fachliche Angemessenheit (D7) und Aufgabenschwierigkeit (D10). Das vermittelt den Eindruck, dass die Veränderungen in den Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung der Studierenden insbesondere zur gemeinsamen theoretischen Konzeption aus Struktur und Inhalt von Diagnostik und Förderung passen.

Abschließend wurde zur detaillierteren Betrachtung der Frage, wie die Studierenden ihre diagnostischen Fähigkeiten für beide Lehrveranstaltungen prä und post einschätzen, für die acht Studierenden des Längsschnitts eine Analyse der Veränderung der Fähigkeitsselbsteinschätzung auf individueller Ebene durchgeführt. Tabelle 59 liefert einen Überblick über alle individuellen Veränderungen in den Skalen.

Tabelle 59: Individuelle Veränderung der Fähigkeitsselbsteinschätzung für die drei Skalen in den beiden Kursen (MW: Mittelwert; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs; Tendenz \uparrow/\downarrow : $|\Delta \text{MW}| > \text{MW}$ der fachspezifischen Standardabweichungen – Ph $> 0,94$, M $> 1,24$).

personenbezogene Fähigkeitsselbsteinschätzung													
Skala	Grundbegriffe				Diagnostik				Förderung				
Person	MW prä	MW post	Δ MW	Tendenz	MW prä	MW post	Δ MW	Tendenz	MW prä	MW post	Δ MW	Tendenz	
AG11KA	Ph	6,95	7,46	0,51		6,73	5,92	-0,81		6,97	6,11	-0,86	
	M	8,98	6,92	-2,06	↓	6,50	7,30	0,80		6,88	6,88	0,00	
AN18HE	Ph	6,09	6,57	0,48		5,36	5,10	-0,26		5,96	5,40	-0,56	
	M	6,10	6,92	0,82		5,40	6,21	0,81		3,97	5,84	1,87	↑
CO22SC	Ph	6,36	9,14	2,78	↑	5,45	7,44	1,99	↑	5,28	6,62	1,34	↑
	M	7,69	7,99	0,3		6,52	6,57	0,05		6,19	7,22	1,03	

Skala	Person	Grundbegriffe				Diagnostik				Förderung			
		MW prä	MW post	Δ MW	Ten- denz	MW prä	MW post	Δ MW	Ten- denz	MW prä	MW post	Δ MW	Ten- denz
GA25HA	Ph	4,77	6,57	1,8	↑	4,52	5,46	0,94	↑	4,16	4,23	0,07	
	M	7,69	5,86	-1,83	↓	5,02	5,88	0,86		4,58	4,28	-0,3	
JU16GI	Ph	5,83	7,14	1,31	↑	6,14	6,56	0,42		5,07	5,08	0,01	
	M	7,14	8,69	1,55	↑	5,20	5,88	0,68		6,19	5,81	-0,38	
MA12LI	Ph	6,36	7,14	0,78		5,12	5,76	0,64		5,07	5,86	0,79	
	M	5,13	5,36	0,23		5,61	5,67	0,06		5,18	4,58	-0,60	
SI13HA	Ph	8,02	8,16	0,14		6,84	6,79	-0,05		6,45	6,11	-0,34	
	M	8,26	9,64	1,38	↑	6,95	6,93	-0,02		7,22	7,93	0,71	
TH07WE	Ph	5,83	6,31	0,48	-	4,67	4,83	0,16		4,50	4,40	-0,1	
	M	7,14	6,38	-0,76	-	5,20	5,72	0,52		4,58	4,58	0,00	

Die personenspezifische Auswertung der individuellen Fähigkeitsselbstschätzungen der acht Längsschnitt-Studierenden zeigen ein vergleichsweise heterogenes Bild der Stichprobe mit unterschiedlichen Veränderungstendenzen für die drei Skalen und die einzelnen Personen. Für letztere deutet sich eine Einteilung in eher selbstkritische Studierende, stabil und ausgeglichene Studierende sowie eher selbstsichere Studierende an. Die eher selbstkritischen Studierenden AG11KA und GA25HA zeichnen sich durch überwiegend niedrige Werte und z. T. sogar abnehmende Fähigkeitsselbstschätzungen in den jeweiligen Bereichen aus, während die selbstsicheren Studierenden CO22SC, JU16GI und SI13HA mittlere bis hohe Werte erzielen und z. T. sogar häufiger eine Zunahme ihrer Fähigkeiten abbilden. Die stabilen und ausgeglichenen Studierenden AN18HE, MA12LI und TH07WE bewegen sich im mittleren Bereich der Fähigkeitsselbstschätzung und zeigen kaum Veränderungen.

Relevanzeinschätzung

Um der Frage nachzugehen, welche Lerngelegenheiten und Inhalte von den Studierenden als besonders relevant eingeschätzt werden, wurden die entsprechenden Fragenbogenitems mithilfe des Wilcoxon-Tests auf Veränderung untersucht. Vorab wurde für die Gesamtskala Relevanz, die auf Basis der Item-Response-Theorie Rasch-modelliert wurde, mithilfe eines *t*-Tests festgestellt, dass diese keine signifikanten Veränderungen im prä-post-Vergleich aufweist, weder in den einzelnen Kursen, noch im Vergleich der beiden Kurse. Die Ergebnisse der *t*-Tests können Tabelle 60 entnommen

werden, Tabelle 61 dokumentiert diejenigen Items der Relevanzskala inkl. Kennzahlen, die im Wilcoxon-Test eine (vor-)signifikante Veränderung aufweisen.

Tabelle 60: Dokumentation der Kennzahlen der t -Tests (Mittelwertvergleich) für die Skala *Relevanz* und die Analyse einer fächerspezifischen Veränderung der Skala *Relevanz* (LV: Lehrveranstaltung; DIF: Differenz; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs).

fachinterner Vergleich (abhängige Stichproben)										
		Mittelwert (MW)	Δ MW	N	Signifikanz	Standardabw.	Konfidenzintervall	t	df	Effektstärke
Relevanz Physik	prä	6,63	0,18	38	.164	0,75	0,25	1,49	37	$r = .24$
	post	6,45				1,05	0,35			
Relevanz Mathe	prä	6,71	0,17	21	.470	1,18	0,52	-0,74	20	$r = .16$
	post	6,88				1,14	0,50			

fächerübergreifender Vergleich (unabhängige Stichprobe)										
Veränderung LV		Mittelwert (MW)	Δ MW	Standardabw.	$ t $	t (5%)	t (10%)	df	Effektstärke	
Relevanz	DIF Ph	-0,19	0,36	0,79	0,8151	< 2,002	< 1,672	57	$r = .11$	
	DIF M	0,17		1,94						

Tabelle 61; Übersicht über diejenigen Items der Relevanzskala, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (in grau: Items mit vorseignifikanten und tendenziellen Veränderungen im prä-post-Vergleich; vollständige Tabelle mit den Kennzahlen zu allen Items in Anhang N).

Wilcoxon-Test abhängiger Stichproben für die Relevanzeinschätzung							
physikdidaktischer Kurs							
Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	prä	prä	prä				
	post	post	post				
Themenfeld der Diagnostik wird als interessant erlebt	3,86	0,84	4	38	0,088	$T = 49,00$	$r = 0,20$
	3,66	0,93	4				
Relevanz Kriterien guten (Physik-)Unterrichts	4,03	0,81	4	38	0,040	$T = 94,00$	$r = 0,24$
	4,32	0,73	4				
Relevanz Schülervorstellungen	4,92	0,27	5	38	0,020	$T = 5,00$	$r = 0,27$
	4,74	0,44	5				
Relevanz Videoanalysen	3,89	0,79	4	38	0,150	$T = 154,50$	$r = 0,17$
	3,61	0,93	4				

Die Auswertung des Wilcoxon-Tests hat ergeben, dass sich im physikdidaktischen Kurs bei lediglich drei der Items eine (vor-)signifikante Veränderung im prä-post-Vergleich abzeichnet, im mathematikdidaktischen Kurs gibt es dagegen keinerlei signifikante Veränderungen im prä-post-Vergleich (weshalb Tabelle 61 keine mathematikdidaktischen Daten enthält). Die (vor-)signifikanten Veränderungen im physikdidaktischen Kurs betreffen das Interesse an Diagnostik sowie die Relevanz von Kriterien guten (Physik-)Unterrichts bzw. Schülervorstellungen. Während das Interesse an Diagnostik und die Relevanz von Schülervorstellungen als wesentliche Inhalte des physikdidaktischen Kurses einen leichten Rückgang verzeichnen, nimmt die Relevanz von Kriterien guten (Physik-)Unterrichts leicht zu. Vor dem Hintergrund von Förderung als Zielsetzung der Diagnostik scheint insbesondere der letzte Umstand sehr nachvollziehbar: nach der Diagnostik benötigen die Studierenden Wissen, wie man gut fördert, wozu die Kriterien guten (Physik-)Unterrichts hilfreiche Anhaltspunkte liefern. Und dass das Interesse an einem Gegenstand nach einer so intensiven Auseinandersetzung etwas abnimmt, scheint auf den zweiten Blick auch nachvollziehbar.

Bei einer abschließenden Betrachtung aller Items fällt zudem auf, dass alle Inhalte und Lerngelegenheiten insgesamt als hochgradig relevant eingeschätzt werden (der Median liegt jeweils bei 4 oder größer⁶⁰), was unter Umständen auch ein Effekt der sozialen Erwünschtheit darstellen kann bzw. auf die Identifikation der Studierenden zurückzuführen ist, dass beide Dozentinnen viel Wert auf diese Thematik legen (in Anlehnung an den *stereotyp threat* nach Steele & Aronson, 1995).

Unter Rückgriff auf die Fragebögen, die den am Ende beider Veranstaltungen durchgeführter Interviews zugrunde liegen, können für die acht Längsschnitt-Studierenden Rückschlüsse darauf gezogen werden, wie die unterschiedlichen Darbietungsformen

⁶⁰ Dies entspricht auf der verwendeten 5-stufigen Likert-Skala einer mittelhohen bis hohen Relevanzeinschätzung.

(Video vs. Transkript) bzw. die Beteiligung einer Lehrkraft erlebt werden.⁶¹ Dazu dokumentiert Tabelle 62 den mittleren Wert der Zustimmung bezogen auf das einzuschätzende Item auf einer Skala von 1 – Trifft nicht zu – bis 4 – Trifft zu sowie die jeweiligen Kennzahlen des berechneten Wilcoxon-Tests.

Tabelle 62: Übersicht über diejenigen Items des Interviewfragebogens, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (Hervorhebung in grau-Abstufungen für Items mit signifikanten, vorsignifikanten und tendenziellen Veränderungen im prä-post-Vergleich).

Wilcoxon-Test abhängiger Stichproben für den Interview-Fragebogen							
Relevanz							
Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	...des FB nach dem Ph-Kurs						
	...des FB nach dem M-Kurs						
Thematik Diagnostizieren mit Blick auf späteres Berufsleben besonders relevant (R1)	4	0	4	8	1,000	$T = 0,00$	$r = 0,25$
	4	0	4				
M06/12 vermittelt konkrete Anregungen zur Umsetzung von Diagnostik im Schulalltag (R2a)	-	-					
	3	0,5					
D02-1 vermittelt konkrete Anregungen zur Umsetzung von Diagnostik im Schulalltag (R2b)	3,8	0,4	4	8	1,000	$T = 5,00$	$r = 0,00$
	3,8	0,4	4				
Inhalte von M06/12 sind für spätere Tätigkeit nützlicher als die übrigen Studieninhalte der Physikdidaktik (R3a)	-	-					
	3	0,5					
Inhalte von D02-1 sind für spätere Tätigkeit nützlicher als die übrigen Studieninhalte der Physikdidaktik (R3b)	3,3	0,7	3	7	0,096	$T = 3,00$	$r = 0,45$
	2,6	0,5	3				
Analyse des eigenen Unterrichts ist wichtiger als Analyse fremden Unterrichts (R4a)	2,9	0,6	3	8	0,157	$T = 0,00$	$r = 0,35$
	2,6	0,7	2,5				
Wichtiger, Unterricht selbst zu entwickeln, als bestehenden Unterricht zu analysieren (R4b)	2,5	0,9	2,5	8	0,705	$T = 16,00$	$r = 0,09$
	2,6	0,7	2,5				

⁶¹ Da die acht Studierenden des Längsschnitts beide Kurse absolviert haben, konnten sie die zum Teil unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen der Lerngelegenheiten im Kontrast zueinander erleben (vgl. Abschnitt 3.4), sodass ihre Einschätzung dazu eine Hypothesenbildung zur adressatengerechteren Implementierung von Lerngelegenheiten zur Diagnostik ermöglicht.

Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	...des FB nach dem Ph-Kurs						
	...des FB nach dem M-Kurs						
Arbeit mit Videos und Transkripten von Lehr-/Lernsituationen besonders sinnvoll für Auseinandersetzung mit Lernen der Schüler*innen (R5)	3,3	0,4	3	8	0,655	$T = 9,00$	$r = 0,11$
	3,4	0,5	3				
Detaillierte Analysen von Videos/ Transkripten haben zum subjektiven Kompetenzzuwachs beigetragen (R6)	3,1	0,6	3	8	0,564	$T = 4,00$	$r = 0,14$
	3,3	0,4	3				
Beteiligung und Lernen							
Subjektiver Lernzuwachs höher bei selbst geplantem Unterricht, als bei fremdem Unterricht mit vorhandenen Materialien (B1)	3	0,7	3	8	0,564	$T = 2,00$	$r = 0,14$
	2,9	0,6	3				
Subjektiver Lernzuwachs höher bei der Diagnostik von Videos bzw. Transkripten mit Lehrkraft, als bei Sequenzen ohne (B2)	2,1	0,8	2	8	0,414	$T = 1,50$	$r = 0,20$
	1,9	0,6	2				
Bei Anwesenheit Lehrkraft in Videos automatisch mehr Nachdenken über Lernen der Schüler*innen (B3)	2	0,7	2	8	0,034	$T = 0,00$	$r = 0,53$
	1,3	0,4	1				
Arbeit mit Videos/Transkripten zu aufwändig, Analyse von Schülerprodukten reicht aus (B4)	1,5	0,5	1,5	8	1,000	$T = 5,00$	$r = 0,00$
	1,5	0,5	1,5				
Beim Diagnostizieren ist Transkript ausreichend, Video liefert keinen größeren Erkenntnisgewinn (B5)	1,9	0,6	2	8	0,317	$T = 2,50$	$r = 0,25$
	1,6	0,7	1,5				
Verwendung von Kriterien hilft, Lehr-Lernprozesse besser zu verstehen (B6)	3,3	0,4	3	8	0,083	$T = 6,00$	$r = 0,43$
	3,6	0,5	4				
Wohlfühlen bei Diskussion von Unterrichtsanalysen in einer Gruppe (B7)	3,6	0,5	4	8	0,102	$T = 0,00$	$r = 0,41$
	3,1	0,9	3				
Analyse des eigenen Unterrichts in einer Gruppe ist eine Bereicherung (B8)	3,4	0,5	3	8	1,000	$T = 1,50$	$r = 0,00$
	3,4	0,7	3,5				
Schwierigkeiten							
Schwierigkeiten, anhand von Videos und/oder Transkripten Diagnostik zu betreiben (S1)	2,3	0,4	2	8	0,564	$T = 2,00$	$r = 0,14$
	2,1	0,3	2				
Schwierigkeiten, die aus der Diagnostik gewonnenen Erkenntnisse in die Planung von Unterricht bzw. eine Förderung einfließen zu lassen (S2)	2,4	0,5	2	8	0,083	$T = 0,00$	$r = 0,43$
	2	0	2				

Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	...des FB nach dem Ph-Kurs						
	...des FB nach dem M-Kurs						
Das Analysieren einer Situation ohne Lehrkraft ist leichter als mit (S3)	2,3	0,8	2	8	0,679	$T = 9,00$	$r = 0,10$
	2,4	0,9	2				
Das Analysieren einer Situation mit meiner Beteiligung ist leichter als ohne (S4)	2	0,5	2	8	0,680	$T = 9,00$	$r = 0,10$
	2,3	1	2				

Auch in diesem Fragebogen zeigt sich, dass die Thematik des Diagnostizierens von den Studierenden durchgängig als sehr relevant eingeschätzt wird (R1: MW 4, SD 0), tendenziell sogar als relevanter als andere Studieninhalte (R3a und R3b). Diese Einschätzung scheint im Verlauf der Veranstaltungen allerdings abzunehmen, wenn die erlebte Nützlichkeit der Inhalte von D02-1 im Vergleich zu den übrigen physikdidaktischen Studieninhalten sinkt (R3b: $\Delta MW = -0,7$; $p = 0,096$). Dies könnte unter Umständen daran liegen, dass der mathematikdidaktische Kurs zum Ende des Studiums viele vorangegangene Studieninhalte aufgreift und den Studierenden so erst so richtig eine ganzheitlichere Sicht auf das Studium ermöglicht, die ihnen die Nützlichkeit aller Inhalte vor Augen führt. Daneben liefern beide Kurse aus Sicht der Studierenden stabil zahlreiche Ansätze, Diagnostik in den späteren Berufsalltag einfließen zu lassen (hohe Zustimmungswerte ohne merkliche Veränderung bei den Items R2a und R2b).

In Bezug auf die Frage nach dem unterschiedlichen Erleben von Video und Transkript als Darbietungsform des Diagnoseanlasses lässt sich festhalten, dass die Studierenden beides als sehr sinnvoll für die Auseinandersetzung mit dem Lernen von Schüler*innen empfinden (R5: $MW_{\text{prä}} = 3,3$; $MW_{\text{post}} = 3,4$) und (Prozess-)Diagnostik anhand von Transkripten oder Videos weder als übermäßig schwierig (S1: $MW_{\text{prä}} = 2,3$; $MW_{\text{post}} = 2,1$), noch als deutlich aufwändiger im Vergleich zu Statusanalysen erleben (B4: MW jeweils 1,5). In der direkten Gegenüberstellung erleben die Studierenden keine gegenseitige Redundanz in den Videos durch die Transkripte (B5), vielmehr könnte die Mischung aus Transkript und Video für den positiven Beitrag zum subjektiv erlebten Kompetenzzuwachs verantwortlich zu sein (R6).

Was die Beteiligung einer Lehrkraft bzw. die persönliche Beteiligung an den zu analysierenden Lernprozessen anbelangt, so wird weder die Anwesenheit einer Lehrkraft

noch die persönliche Involviertheit als schwierigkeiterzeugendes Merkmal beim Diagnostizieren erlebt (S3 und S4). Für die Höhe des subjektiv erlebten Lernzuwachs scheint die Tatsache, ob eigener oder fremder Unterricht diagnostiziert wird, aber durchaus eine Rolle zu spielen (B1): der subjektive Lernzuwachs wird bei der Analyse eigenen Unterrichts als höher eingeschätzt. Diese Tendenz spiegelt auch die berichtete Relevanz wieder, nach der die Analysen des eigenen Unterrichts als etwas wichtiger erlebt werden als Analysen fremden Unterrichts (R4a: $\Delta MW = -0,3$; $p = 0,157$). Eine Präferenz für die Planung von Unterricht gegenüber der Analyse von bestehendem Unterricht ist dagegen nicht auszumachen (R4b: $MW_{\text{prä}} = 2,5$; $MW_{\text{post}} = 2,6$), wohl aber zeigt sich deutlich, dass bei Anwesenheit einer Lehrkraft signifikant weniger über das Lernen der Schüler*innen nachgedacht wird (B3: $\Delta MW = -0,7$; $p = 0,034$). Nicht zu vernachlässigen ist in Bezug auf die persönliche Beteiligung im mathematikdidaktischen Kurs an dieser Stelle auch das Wohlbefinden der Studierenden bei der Diskussion von Unterrichtsanalysen in einer Gruppe mit anderen Studierenden. Dies scheint im mathematikdidaktischen Kurs tendenziell etwas abzunehmen (B7: $\Delta MW = -0,5$; $p = 0,102$), wobei die Diskussionen der Diagnosen in der Gruppe insgesamt als bereichernd wahrgenommen werden (B8: MW jeweils 3,4).

Des Weiteren lässt sich im Hinblick auf die diagnostischen Fähigkeiten der Studierenden ableiten, dass das Denken in Kriterien mit zunehmender Auseinandersetzung mit der Thematik an Bedeutung gewinnt. Die Studierenden berichten zunehmend, dass Kriterien helfen, Lehr-Lernprozesse besser zu verstehen (B6: $\Delta MW = 0,3$; $p = 0,083$). Außerdem fällt es den Studierenden im Laufe der beiden Veranstaltungen etwas weniger schwer, die aus der Diagnostik gewonnenen Erkenntnisse in die Planung von Unterricht bzw. die Förderung einfließen zu lassen (S2: $\Delta MW = -0,4$; $p = 0,083$), was aus Sicht der Wirksamkeit der Lerngelegenheiten erfreulich ist. Allerdings bewegt sich das Erleben dazu nur im mittleren Bereich, die Erkenntnisse umzusetzen scheint alles andere als trivial, weshalb im Hinblick auf Empfehlungen für die Lehre aber auch sich anschließende Forschungsperspektiven vermehrt ein besonderes Augenmerk auf die Unterstützung bei der Implementierung in neue Lernprozesse gelegt werden sollte.

Insgesamt sollten die mittlere Zustimmung zu den Thesen der einzelnen Items sowie die Aussagen über Abnahmen und Zuwächse mit Vorsicht betrachtet und nicht überinterpretiert werden, da sie lediglich auf den Einschätzungen der acht Längsschnitt-

Studierenden basieren und damit eine eher kleine Datengrundlage liefern, in denen Ausreißer stärker zum Tragen kommen. Dementsprechend liefern sie in Bezug auf das unterschiedliche Erleben von Schwierigkeiten, der Darbietungsform (Video vs. Transkript) und der Beteiligung einer Lehrkraft an den Lehr-Lernprozessen lediglich vorsichtige Hinweise auf die Wirkung der beiden Lehrveranstaltungen, die ggf. in Überarbeitungsprozessen der jeweiligen Veranstaltungskonzeption einfließen können.

Schwierigkeiten

Zu guter Letzt wird im Hinblick auf die Schwierigkeiten an dieser Stelle nochmal ein Blick in die videografierten Videoanalysen geworfen. Wie der Beschreibung der Kodierung der Videodaten in Abschnitt 6.2.1 entnommen werden kann, wurden dabei auch Äußerungen der Studierenden extrahiert, die auf Schwierigkeiten im Prozess des Diagnostizierens hindeuten. Eine inhaltliche Auswertung dieser Äußerungen hat elf unterschiedliche Kategorien von Schwierigkeiten extrahieren können, deren Auftreten Tabelle 63 entnommen werden kann und für die an dieser Stelle eine Beschreibung folgt.

Die zahlenmäßig größte Kategorie ist die der Interpretationsschwierigkeiten. Darin werden Äußerungen der Studierenden zusammengefasst, die sich auf Unsicherheiten bei Zuweisungen bestimmter Kriterien bzw. Zuordnungsschwierigkeiten von Aussagen sowie Verständnisschwierigkeiten von Schüler*innenaussagen beziehen (z. B. „Da bin ich mir nicht so sicher.“; „Das ist jetzt echt schwer, hier irgendwas hinzuschreiben.“). Sie wird von allen Studierenden mindestens einmal im Laufe aller Videoanalysen thematisiert, scheint aber im Rahmen einer Diagnostik mit den zum Teil hochgradig interpretativen Anforderungen natürlich und stellt damit eine wenig kritische bzw. behebbare Schwierigkeit dar.

Tabelle 63: Von den Studierenden während der Videoanalysen geäußerte Schwierigkeiten, zu inhaltlichen Kategorien zusammengefasst.

Schwierigkeit		von den Studierenden geäußerte Schwierigkeiten										Gesamt	
		Videoanalysen											
Person	Schwierigkeit	Interpretationsschwierigkeit	Abwägung, Relativierung	fehlende Idee Ursache	fehlende Förderung	fehlende Beobachtung/ Erinnerung	fehlende Theorie	Ausdruck	fachliche(r) Schwierigkeit (-sgrad)	Unsicherheit Arbeitsauftrag, fehlende Fokussierung	Qualität Darbietungsform	Überforderung	
AN18HE		13			2						2	1	18
MA12LI		8	1	1	1							1	12
CO22SC		6	1	1	1	6		1		1	4	2	19
AG11KA		11		1			1		1	1	2	3	22
SI13HA		1							1			3	7
GA25HA		12	2									1	15
TH07WE		13	2				2	3	1	1			24
JU16GI		5			3				1	1		2	11
Gesamt		69	6	3	5	8	3	4	4	4	8	13	

Es folgen ein paar für den Diagnoseprozess sehr relevante Schwierigkeiten, die sich der Struktur zuordnen lassen, auch wenn die Ausprägung eher gering ausfällt. Dazu zählen die Abwägung von Deutungen bzw. die Relativierung dieser (z. B. „Da bin ich mir nicht so sicher.“; „Das ist jetzt echt schwer, hier irgendwas hinzuschreiben.“), fehlende Ideen zu Ursachen und Förderung, fehlende Beobachtungen bzw. Erinnerungen (z. B. „Du kannst es ja an nichts festmachen.“; „Es ist wirklich schwer, sich daran zu erinnern, muss ich jetzt echt feststellen.“) sowie fehlende Theorie. Während das Abwägen und Relativieren von Deutungen sowie das Bemängeln fehlender Beobachtungen bzw. Erinnerungen aus lehrender Sicht weniger eine Schwierigkeit, sondern im Sinne des Bewusstseins über Unsicherheiten, Interpretationsspielräume und der Notwendigkeit von Referenzen vielmehr einem Qualitätskriterium im Verständnis von Diagnostik entspricht, zeigen die Äußerungen zu fehlenden Ideen zu Ursachen, Förderung und Theorie erneut, dass diese Komponenten schwierigkeiterzeugende Elemente einer Diagnostik sind (vgl. Abschnitt 7.1). Aus Sicht der Lehre ist es notwendig, intensiv über weitere Hilfen und Prompts für die Studierenden nachzudenken, damit sie das Nachdenken über und Recherchieren von möglichen Ursachen, Förderideen sowie theoretischen Anknüpfungspunkten für spätere Diagnosen „on-the-fly“ verinnerlichen.

Neben den interpretativen und weitestgehend strukturellen Schwierigkeiten äußern sich die Studierenden vereinzelt auch zu fachlichen Schwierigkeiten und einem hohen fachlichen Schwierigkeitsgrad (z. B. „Ich habe Impuls nie verstanden und auch nie gebraucht eigentlich, so groß, höchstens als Formel.“; „Es ist halt echt schwierig mit diesem, mit diesem Kraftbegriff“) bzw. zu Ausdrucksschwierigkeiten (z. B. „Aber ich kann das halt nicht formulieren. Ich weiß, man kann es halt schön mit dem Impuls erklären, aber ich kann es nicht.“). Allerdings werden hier nicht alle fachlichen Schwierigkeiten erfasst, da es die gesonderte Kodierung der fachlichen Klärungen gab, die unter Umständen implizit ebenfalls auf derartige Schwierigkeiten hinweisen (vgl. Abschnitt 7.1 – Behinderung durch fachliche bzw. fachdidaktische Unsicherheiten), von den Studierenden scheinbar aber nicht als solche bzw. als weniger tragisch oder relevant wahrgenommen werden. Insgesamt scheinen die Studierenden aber dennoch sensibel für die Bedeutung der fachlichen Inhalte, denen, wie bereits erwähnt, mit einer der Diagnostik vorgeschalteten fachlichen Klärung begegnet werden kann und sollte.

Des Weiteren konnten, wenn auch wiederum in eher geringem Umfang, formale Schwierigkeiten identifiziert werden, die sich auf den Arbeitsauftrag und eine darin fehlende Fokussierung (z. B. „Was ist mit auftretenden Problemen denn gemeint bitte?“; „Ich fand, die Bandbreite ist einfach viel zu groß, um da eine gescheite Analyse zu machen.“) sowie die Qualität der Darbietungsform beziehen (z. B. „Ich verstehe kein Wort, was die sagen“; „Aber was haben die denn dann da angekreuzt?“). Diese beiden Kategorien scheinen aus Sicht der Lehre am ehesten behebbar, indem an den relevanten Stellen für folgende Durchführungen der Kurse nachgearbeitet wird. Das betrifft in erster Linie die eindeutige Formulierung der Arbeitsaufträge, in denen ein offener Fokus zeitweise durchaus gewollt und damit absichtlich schwierigkeiterzeugendes Merkmal war, sowie eine erneute Überarbeitung der Transkripte und Arbeitsmaterialien der Schüler*innen zu den Videos. Neuaufnahmen der videografierten Bearbeitungsprozesse sind dagegen eher weniger möglich, wobei in Bezug auf die Authentizität natürlich irgendwann über neuere Videos als Diagnoseanlässe nachgedacht werden sollte und die technische Qualität immer vielfältiger und besser wird.

Zu guter Letzt zeigt sich in den Schwierigkeiten der Studierenden als zweite, wesentliche Kategorie die Überforderung. Sieben der acht untersuchten Studierenden äußern sich dazu, dass sie zeitweise überfordert davon sind, die unterschiedlichen kognitiven Anforderungen zeitgleich zu meistern: Video schauen bzw. mehrere Videos aus der Erinnerung sichten, Transkript lesen, Kriterien anwenden. Diese Belastung kann nur schwer reduziert werden und entspricht nicht zuletzt der Komplexität realer Unterrichtssituationen (u. a. Möller & Steffensky, 2016). Dennoch ist die Äußerung der Studierenden zu dieser Art von Schwierigkeiten im Hinblick auf das Erleben absolut berechtigt und aus Sicht der Lehre wissenswert, um den Studierenden mit dem notwendigen Verständnis zu begegnen.

Abschließend sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass die Kodierung der Schwierigkeiten der Studierenden diese mitunter nicht vollständig erfasst, da nur die unmittelbar im Rahmen der Diagnosen getätigten Aussagen betrachtet wurden, im Laufe der übrigen Lehrveranstaltungszeit aber auch entsprechende Äußerungen auftreten hätten können. Die Untersuchung der Schwierigkeiten ist also weder allumfassend noch soll sie die Leitungen der Studierenden qualitativ bewerten. Vielmehr sollte sie im Sinne

einer Diagnostik der Studierenden wertschätzend mögliche Stolpersteine identifizieren, um aus Sicht der Lehre über deren Bearbeitung nachzudenken.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Der Aufbau diagnostischer Kompetenzen stellt einen zentralen Pfeiler in der Ausbildung von Lehrkräften dar (vgl. KMK, 2004b). So sind solche Kompetenzen u. a. wichtig, um Unterricht schülerorientiert zu gestalten, d. h. das Verständnis bzw. Schwierigkeiten und den Lernprozess von Schüler*innen wahrzunehmen, auf diese zu reagieren und Fördermöglichkeiten zu entwickeln, um den Unterricht adaptiv an die spezifischen Bedürfnisse der Schüler*innen anzupassen. Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass Diagnostik ein anhaltender und wesentlicher Bestandteil fachdidaktischer Forschung und Diskussion zur Lehrerprofessionalisierung ist. Bisherige Arbeiten fokussierten bisher oft auf die Messung diagnostischer Kompetenz, lieferten für die Ausbildung angehender Lehrkräfte aber weniger Anhaltspunkte, wie sich der Aufbau diagnostischer Kompetenz als zentrales Ausbildungsziel universitärer Lehre vollzieht und fördern lässt. Vor diesem Hintergrund scheint insbesondere eine Betrachtung von diagnostischen Prozessen von Studierenden hilfreich, weshalb in der vorliegenden Arbeit untersucht wurde, wie Studierende ihre Diagnostik strukturell anlegen (Forschungsschwerpunkt a), welche (fach-)didaktischen Überlegungen sie während der Diagnostik anstellen (Rückgriff auf fachdidaktische Theorien und Empirie; Forschungsschwerpunkt b) und, im Sinne der motivationalen, emotionalen und volitionalen Kompetenzfacette, wie sie die Relevanz von Diagnostik sowie ihre eigenen diagnostischen Fähigkeiten erleben (Forschungsschwerpunkt c). Um dies zu untersuchen, wurden im Rahmen einer längsschnittlich angelegten Datenerhebung aufeinander folgender Veranstaltungen der Physik- und Mathematikdidaktik zur Diagnostik sowohl schriftliche Diagnosen von Studierenden (schriftlicher Diagnoseanlass) als auch videobasierte, mündliche Diagnosen (videobasierter Diagnoseanlass) qualitativ analysiert. Begleitend wurden zu Beginn und am Ende der Veranstaltungen Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzungen der Studierenden bezogen auf Diagnostik erhoben sowie abschließende fragebogenbasierte Gruppeninterviews zum Erleben von Diagnostik und den Veranstaltungsinhalten mit den Studierenden geführt. Aus den daraus gewonnen Erkenntnissen können u. a. Implikationen für die Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Hinblick auf Diagnostik abgeleitet werden. Dazu werden in dem nun folgenden Kapitel die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst und Einschränkungen

der Untersuchung diskutiert (Abschnitt 8.1). Anschließend wird einen Bogen zu Konsequenzen für die Lehrerbildung zur Diagnostik gespannt (Abschnitt 8.2), um letztlich Perspektiven für sich anschließende Forschung aufzuzeigen und zu diskutieren (Abschnitt 8.3).

8.1 Zentrale Ergebnisse

An dieser Stelle werden die in Kapitel 7 dargestellten und diskutierten Ergebnissen noch einmal im Hinblick auf die einzelnen Forschungsschwerpunkte und -fragen gebündelt:

Forschungsschwerpunkt a) – Struktur der Diagnosen

Die im Rahmen dieser Arbeit genutzte Modellierung des Diagnoseprozesses (Beschreibung, Deutung, Ursachenforschung und Konsequenz, vgl. Abschnitt 2.1.4) hat sich in zweierlei Hinsicht bewährt. Zum einen ist sie in die inhaltliche Überarbeitung der Veranstaltungen eingeflossen und wird als Gegenstand der Lehrerbildung in den Kursen thematisiert (vgl. Abschnitt 3.2 und 3.3). Auf der anderen Seite konnten mithilfe der Komponenten auch die Diagnosen der Studierenden zielgerichtet beschrieben werden, um so zu Konsequenzen für die Förderung der Studierenden in der universitären Lehre zu gelangen (siehe Ausführungen in Abschnitt 8.2). Dabei zeigen die Auswertungen, dass insgesamt alle Komponenten auftreten, die Studierenden also grundsätzlich in der Lage sind, alle zu bedienen, wobei erwartungsgemäß deutliche Verteilungsunterschiede festgestellt werden konnten: Die Diskurse der Studierenden enthalten überwiegend Deutungen, die nicht konsequent durch die Beschreibung von Beobachtungen fundiert werden. Diese Prominenz der Deutungen scheint der üblichen Befundlage zu widersprechen, die darauf hindeutet, dass Noviz*innen in der Regel einen Fokus auf die Beschreibung von Sichtstrukturen einnehmen, während Interpretationen und Schlussfolgerungen eher Expert*innen kennzeichnen (z. B. Plöger et al., 2015). Allerdings können Studierende im Rahmen einer Lehrveranstaltung zur Diagnostik in der Mitte bzw. zum Ende ihres Studiums vermutlich nicht mehr als Noviz*innen bezeichnet werden. Daneben scheinen insbesondere bei den Komponenten Ursachen und Konsequenzen Prompts notwendig, um die Studierenden an diese Komponenten zu erinnern, obwohl sie für die förderorientierte Ausrichtung der Diagnostik

besonders relevant und zentral erscheinen. Ursachen und Konsequenzen stellen somit gleichzeitig auch die schwierigkeiterzeugenden Komponenten einer Diagnostik dar. Das zeigt sich besonders deutlich in den schriftlichen Analysen, in denen Ursachen und Konsequenzen (ohne Prompt) nur in sehr geringem Umfang identifiziert werden konnten (auch im Vergleich zu den Videoanalysen), was letztendlich dafür spricht, in Kompetenzmessungen zur Diagnostik vermehrt mit solchen Prompts zu arbeiten (siehe Ausführungen in Abschnitt 8.2). Insgesamt sprechen die sichtbaren Effekte der Prompts zur Unterstützung der Komponenten dafür, dass die Strukturierung eines diagnostischen Prozesses trainierbar und als etabliertes Veranstaltungskonzept wirksam ist.

Der idealisierte Diagnoseprozess in Form von Verbindungen möglichst vieler verschiedener Komponenten zeigt sich tendenziell eher in geringem Umfang. In den Videoanalysen sind inhaltliche Verbindungen deutlich ausgeprägter vorzufinden als in schriftlichen Analysen, was unter Umständen dem Sozialeffekt durch die Bearbeitungsform in Partnerarbeit geschuldet ist. Eine typische Abfolge innerhalb solcher inhaltlicher Verbindungen ist nicht identifizierbar, wohl aber, dass explizite Prompts zu Ursachen und Konsequenzen einen Beginn mit der jeweiligen Komponente begünstigen, die anderen Komponenten dabei aber nicht vollständig überlagern. Das spricht erneut für eine Nutzbarkeit von Prompts in Kompetenzmessungen. Außerdem wechseln sich Beobachtungsbeschreibungen und Deutungen häufig ab, was im Sinne des Abwägens von Alternativen bzw. der Nutzung von Beobachtungsbeschreibungen als Belege für Deutungen als Qualitätsmerkmal durchaus positiv bewertet werden kann.

Forschungsschwerpunkt b) – Nutzung (fach-)didaktische Überlegungen

Der Fokus in den Diagnosen liegt jeweils deutlich auf den Schüler*innen und entspricht damit sowohl der in der Arbeit zugrunde gelegten Definition von Diagnostik als auch der Zielsetzung der Veranstaltungen. Jenseits dessen scheint für die darüber hinaus thematisierten Aspekte (z. B. Lehrkraft, Material/Instruktion, Experiment/Sachverhalt und Interaktion) der Diagnoseanlass ausschlaggebend: In den Videoanalysen wird abgesehen von den Schüler*innen hauptsächlich das Material und die Instruktion thematisiert, in den schriftlichen Analysen die anwesende Lehrkraft. Damit scheint, nicht

ganz unerwartet, der Fokus in gewisser Weise abhängig von den dargebotenen Beteiligten der Bearbeitungs- und Lernprozesse.

Vor dem Hintergrund des kriteriengeleiteten Zugangs zur Diagnostik und Förderung, der in beiden Veranstaltungen verfolgt wird, können in den studentischen Diagnosen sowohl die im Rahmen der Veranstaltungen vorgeschlagenen Kriterien (als vorgegebene (fach-)didaktische Überlegungen) als auch nicht explizit thematisierte, eigene (fach-)didaktische Überlegungen (z. B. Methodik, Mitarbeit, Sozialdynamik) zu ebenfalls unterrichtsrelevanten Merkmalen identifiziert werden. Je geübter die Studierenden im Verlauf der beiden Veranstaltungen werden, desto besser gelingt es ihnen, im Rahmen einer Diagnostik mehrere förderrelevante Aspekte (z. B. notwendige nächste fachliche Konzepte, unterschiedliche Niveaustufen und Sozialdynamiken) zu diagnostizieren. Auch unterschiedliche Heterogenitätsaspekte, in denen die Schüler*innen sich unterscheiden können, finden entlang der Zielsetzung der beiden Veranstaltungen in den Diagnosen der Studierenden Berücksichtigung, allerdings nahezu ausschließlich in den Videoanalysen. Dabei gehen Studierende in ihren Diagnosen nicht nur auf physik- bzw. mathematikspezifische kognitive Fähigkeiten als ein Heterogenitätsaspekt ein, sondern berücksichtigen auch fachunspezifische kognitive Fähigkeiten (z. B. soziale Fähigkeiten) oder fachspezifische motivational-volitionale Aspekte (z. B. Interesse an Mathematik/Physik).

In Bezug auf die explizite Nutzung von (fach-)didaktischer Theorie und Empirie während der Diagnostik (Theoriebezüge) ist auffällig, dass diese zwar von allen Studierenden und in beiden Anlässen genutzt werden, allerdings nicht bei jeder Diagnostik. Insgesamt treten solche Theoriebezüge trotz z. T. expliziter Prompts nur in eher geringem Umfang gemessen an den insgesamt thematisierten (fach-)didaktischen Überlegungen auf: In den Videoanalysen beinhalten weniger als 20 % der (fach-)didaktischen Überlegungen einen Theoriebezug, in den schriftlichen Analysen weniger als 5 %. Wenn Theoriebezüge vorhanden sind, entsprechen sie häufig dem inhaltlich fokussierten Kriterium der Sitzung und werden in den meisten Fällen vor dem Hintergrund von Deutungen und Ursachen zu einer Einordnung von Schüler*innenaussagen auf bestimmte Niveaus (z. B. einer Learning Progression) genutzt. Es scheint sich somit zu offenbaren, dass die Studierenden nur eine begrenzte Anzahl an innerhalb der Veranstaltung vorgeschlagenen Kriterien als Theoriebezüge abrufen können, deren Inhalt

scheinbar stark von der Aktualität und Präsenz der Kriterien abhängt. Die Nutzung (fach)didaktischer Theorie und Empirie in Diagnosen stellt insgesamt scheinbar eine Herausforderung für Studierende dar, welche nicht alleine mit Prompts unterstützt werden kann. Vor diesem Hintergrund ist gleichzeitig aber erfreulich, dass die Studierenden vermehrt auch einen beidseitigen Transfer spezifischer (fach-)didaktischer Überlegungen in die jeweils andere Disziplin, sogenannte Querbezüge, vornehmen. Insbesondere im Rahmen der physikdidaktischen Veranstaltung thematisierte Theorie und Empirie wird in der nachfolgenden mathematikdidaktischen Veranstaltung genutzt, vermutlich aufgrund naheliegender, konzeptioneller Überschneidungen der physikdidaktischen Konzeptualisierungsniveaus und der mathematikdidaktischen Stufen des Begriffslernens.

Damit deutet sich an, dass der kriteriengeleitete Zugang – auch unter Berücksichtigung verschiedener Heterogenitätsaspekte – insgesamt wirksam zu sein scheint, wenngleich prominente Kriterien an bestimmten Stellen nicht in dem Maße als Theoriebezüge genutzt werden, wie es aus Sicht der Lehre zu erwarten bzw. wünschenswert gewesen wäre, an anderen dafür mehr. Insgesamt scheint den Studierenden Diagnostik im Sinne der Fokussierung auf Schüler*innen – auch unter Einbezug sehr verschiedener Blickwinkel auf deren Heterogenität – zu gelingen, wobei eine theoriebasierte bzw. fachdidaktisch fundierte Herangehensweise vergleichsweise selten zu beobachten ist und auch nicht alleine durch die Nutzung von Prompts unterstützt werden kann.

Forschungsschwerpunkt c) – Erleben von Relevanz und Fähigkeiten von Diagnostik

Beide Veranstaltungen scheinen aus Studierendensicht entlang ihrer Schwerpunktsetzung zur Weiterentwicklung diagnostischer Fähigkeiten beizutragen. Die Studierenden sind zum einen stärker von ihren eigenen Fähigkeiten in Bezug auf Diagnostik überzeugt (Fähigkeitsselbsteinschätzung). Zum anderen berichten sie davon, dass ihnen die Umsetzung der aus der Diagnostik gewonnenen Erkenntnisse in Förderung zunehmend weniger schwerfällt. Sie werden im Laufe der Kurse aber auch objektiv betrachtet sicherer und präziser in Bezug auf ihre Diagnosen (Eindruck der kategoriengestützten Kodierung). Das Erleben beider Veranstaltungen ist insgesamt positiv, die Studierenden empfinden die Kurse zwar als aufwändig und arbeitsintensiv, zugleich aber als

sehr ertragreich. Insbesondere die Abfolge der beiden Kurse wird von den Studierenden beider Fächer als stimmig bewertet, die physikdidaktische Veranstaltung liefert theoriebasiert eher das diagnostische Handwerkszeug und bietet zahlreiche Übungsgelegenheiten, während im Rahmen der mathematikdidaktischen Veranstaltung die praxisnahe Anwendung und Umsetzung überzeugt.⁶² Videos und Transkripte werden als gleichermaßen sinnvoll für die Auseinandersetzung mit dem Lernen von Schüler*innen empfunden, insbesondere die Mischung aus beidem scheint einen positiven Beitrag zum subjektiv erlebten Kompetenzzuwachs zu leisten. Die An- bzw. Abwesenheit einer Lehrkraft dagegen scheint keinen Einfluss auf den erlebten Kompetenzzuwachs zu haben, wohl aber auf den Fokus während der Diagnosen, da bei Anwesenheit einer Lehrkraft das Lernen der Schüler*innen eher in den Hintergrund rückt. Das Denken in Kriterien gewinnt dafür im Verlauf der beiden Kurse aus Sicht der Studierenden an Bedeutung.

Trotz vorbereitender Auseinandersetzungen mit den fachlichen Inhalten der Lernprozesse bzw. einer begleitenden Anleitung zu den diagnostischen Kriterien überlagern bzw. behindern fachliche und fachdidaktische Klärungen den diagnostischen Prozess. Das stützt die u. a. auch von Rath (2017) und Hoppe et al. (2020) belegte These, dass Fachwissen und fachdidaktisches Wissen Voraussetzungen für diagnostische Kompetenz und deren Aufbau sind. Zusammen mit allgemeinen Interpretationsschwierigkeiten (Deutungen) und fehlenden Ideen zu theoretisch fundierten Ursachen und förderorientierten Konsequenzen (siehe oben) tragen sie nicht zuletzt zu der von den Studierenden häufiger berichteten Überforderung beim Diagnostizieren bei, die durch die vielfältigen kognitiven Anforderungen erzeugt wird. Diesen Schwierigkeiten lässt sich in der Lehre am ehesten mit Verständnis und unterstützender Bearbeitung begegnen, da sich die Anforderungen auch mit Blick auf die Komplexität realer Diagnostik im Unterricht nur schwer reduzieren lassen (siehe Abschnitt 8.2).

⁶² Rückmeldungen der Studierenden aus den Interviews, die für die Arbeit zwar nicht mehr systematisch ausgewertet werden konnten, aber inhaltlich Teil der Erarbeitung dieses Ausblicks waren.

Einschränkungen der Untersuchung

Was an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben sollte, sind die Einschränkungen der Untersuchung, die nicht zuletzt dem explorativen Charakter und der komplexen Operationalisierung des Konstruktes *Diagnostik* geschuldet sind. Auf vier wesentliche Punkte wird im Folgenden eingegangen.

(1) Die Untersuchung der Diagnoseprozesse (Forschungsschwerpunkt a & b) basiert mit einer Fallzahl von acht über einen längeren Zeitraum betrachteten Studierenden auf einer sehr kleinen Stichprobe, die zudem in Bezug auf Alter und Ausbildung eher homogene Eigenschaften aufweist. Dies schränkt die Aussagekraft und Belastbarkeit der Ergebnisse ein, auch wenn die verwendete Modellierung und Operationalisierung des Diagnoseprozesses vorab sehr gründlich und breit mit dem aktuellen Forschungsstand abgeglichen wurde. Neben der Auswertung weiterer Studierender der Stichprobe erscheint es zur Überprüfung und Belastbarkeit der Ergebnisse daher sehr empfehlenswert, die Diagnoseprozesse von Studierenden weiterer diagnostischer Lehrveranstaltungen – auch anderer Hochschulen – insbesondere im Hinblick auf die Struktur und die Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen zu untersuchen (siehe Abschnitt 8.3).

(2) Während die Aussagekraft der Ergebnisse zu den Forschungsschwerpunkten a) und b) durch die geringe Stichprobengröße limitiert wird, besteht die Einschränkung zur Belastbarkeit der Ergebnisse zum Relevanz erleben und der Fähigkeitseinschätzung der Studierenden (Forschungsschwerpunkt c) im methodischen Zugang der Selbsteinschätzung. Zwar beziehen sich die Ergebnisse überwiegend auf eine etwas größere Stichprobe von 38 bzw. 21 Studierenden, was die Aussagekraft etwas erhöht, allerdings besteht bei Selbsteinschätzungen insgesamt immer die Gefahr der Verfälschbarkeit durch selbstwertdienliche Bewertungen (Testkuratorium, 1986). Da die Selbsteinschätzung in der vorliegenden Untersuchung aber nicht im Sinne einer Kompetenzmessung verwendet wird, sondern lediglich zur Ableitung von Hinweisen auf das Erleben der Relevanz von Diagnostik und die von den Studierenden wahrgenommene Wirksamkeit der Lehrveranstaltungen in Bezug auf relevante Fähigkeiten im diagnostischen Prozess, sollte diese *Schwäche* nicht überbewertet werden. Um der Ein-

schränkung dennoch Rechnung zu tragen, wurden die entsprechenden Interpretationen jeweils direkt im Anschluss an die betroffenen Ergebnisse im Hinblick auf ihre Aussagekraft diskutiert (vgl. Abschnitt 7.3).

(3) Da die Untersuchung im Rahmen zweier etablierter fachdidaktischer Veranstaltungen der mathematischen und physikalischen Lehrerbildung eines spezifischen Ausbildungsstandortes stattfand, waren der Objektivität bzw. Vergleichbarkeit z. T. deutliche Grenzen gesetzt. Zwar wurden die diagnostischen Inhalte der Veranstaltungen sowie die Diagnoseanlässe der Erhebungsinstrumente weitestgehend parallelisiert bzw. standardisiert, um eine grundlegende Vergleichbarkeit zu erzielen. Eine komplette Standardisierung der Erhebungsinstrumente sowie Parallelisierung der Kurse war aufgrund der Einbettung in vorhandene Strukturen und Inhalte weder möglich, noch wäre es inhaltlich sinnvoll gewesen.

(4) Zu guter Letzt darf bei den Einschränkungen der Untersuchung die spezielle Kodierung der Daten nicht fehlen. Einige Facetten des Konstruktes *Diagnostik* ergaben sich aufgrund des explorativen Charakters erst im Laufe der Untersuchung. Dadurch mussten immer wieder Anpassungen am Kodiermanual vorgenommen werden. Nicht zuletzt um dieser strukturellen Schwäche zu begegnen, wurde auf die qualitative Inhaltsanalyse von Mayring (2015) zurückgegriffen, in dessen Ansatz eine solch iterative Anpassung Berücksichtigung findet und gleichzeitig ein Qualitätsmerkmal ist. Dennoch stellte sich die Kodierung insbesondere aufgrund der Komplexität der Modellierung und Operationalisierung mit mehreren Kodierdurchläufen als sehr anspruchsvoll und umfangreich dar und mündete in einem hochinferenten Kodiermanual, für dessen Anwendbarkeit eine sehr zeitintensive Auseinandersetzung mit den Daten notwendig war. Da weder entsprechende zeitliche noch personelle Ressourcen zur Verfügung standen, wurde die Kodierung außer zur Prüfung ihrer Güte ausschließlich von der Autorin der vorliegenden Arbeit durchgeführt, was der Kodierung in sich zwar Konsistenz verleiht, dafür aber an Objektivität einbüßt.

8.2 Konsequenzen für die universitäre Lehre zur Diagnostik

Die soeben nochmals kurz skizzierten zentralen Ergebnisse der Untersuchung werden in diesem Abschnitt dazu genutzt, Konsequenzen für die universitäre Lehre zur Diagnostik zu diskutieren bzw. Hinweise für einen optimierten Ablauf entsprechender Lehrveranstaltungen zu geben. Dabei lehnen sie sich an die drei übergreifenden Forschungsschwerpunkte an.

Struktur des Diagnoseprozesses

Die Ergebnisse der Untersuchung sprechen dafür, dass sich der Einsatz von Videos als Diagnoseanlass zur Vermittlung des in der vorliegenden Arbeit modellierten Diagnoseprozesses eignet und lohnt. Dennoch betonten die Studierenden eine grundlegende Schwäche im Rahmen der Konzeption der beiden Veranstaltungen, die die Gewichtung und Unterstützung der Förderung betrifft (konkrete Rückmeldung aus den Interviews). So ist bereits bei der Auswertung des Diagnoseprozesses angeklungen, dass die Studierenden verhältnismäßig wenige Konsequenzen für weiterführenden Unterricht und Förderung aus der jeweiligen Diagnostik ziehen. Die Studierenden sind zwar in der Lage, im Rahmen der Diagnostik zu extrahieren, *was* den Schüler*innen fehlt und im Sinne einer Zielsetzung gefördert werden müsste, konkrete Ideen, *wie* das umzusetzen ist, fehlen ihnen aber in beiden Veranstaltungen. Inwiefern die beiden Veranstaltungen dies leisten können, ist jedoch nicht zuletzt aufgrund der zeitlichen Begrenzung fraglich. Beide Veranstaltungen fokussieren inhaltlich darauf, die Studierenden dazu zu befähigen, das *Was* der Förderung zu bestimmen (Was können die Schüler*innen schon, was fehlt/muss noch verstanden werden auf dem Weg zu den nächsten Konzepten?), gehen dafür aber nur wenig auf das *Wie*, also methodische Ansätze der Unterrichtsgestaltung sowie Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung ein. Entsprechende Überlegungen müssten entweder in folgende Kurse ausgelagert werden, so dies im Studienverlauf möglich ist, oder aber in Kooperation und Abstimmung mit der zweiten Phase der Lehrerbildung zum Gegenstand der Lehrerbildung werden. Es ist ein denkbares Modell, dass sich die erste Phase der Lehrerbildung bei der Kombination von Diagnose- und Förderkompetenz darauf konzentriert, aus Fallbeispielen Erkenntnisse über das Erleben, Verstehen und Lernen der Schüler*innen zu gewinnen, während die zweite Phase diese Kompetenzen zum Ausgangspunkt macht, um

gezielt die Unterrichtsgestaltung und den Umgang mit Heterogenität zu adressieren. Gerade im Übergang vom Was zum Wie ergeben sich damit auch Möglichkeiten, die Lehrerbildungsphasen stärker zu verzahnen und gemeinsame Konzepte zu entwickeln, was in der Mathematikdidaktik durch Besuche von Referendarsklassen und der gemeinsamen Auswertung von Lernprozessen mit dem Studienseminar bereits angestoßen wurde.

Auffällig war weiterhin, dass nur selten kontroverse Deutungen diskutiert werden und sich nur vereinzelt Ursachenforschungen finden lassen. Ursachen (und Konsequenzen) müssen scheinbar deutlich durch den Arbeitsauftrag provoziert werden, damit sie genannt werden. Jenseits der Tatsache, dass weitere Analysen vor dem Hintergrund einer verbesserten Unterstützung dieser Prozesse zunächst klären müssen, was mögliche Ursachen für das Fehlen dieser wichtigen Komponenten von Diagnostik sind, erscheint es auf den ersten Blick schon hilfreich, die Studierenden an die einzelnen Komponenten zu erinnern. Erste Hinweise deuten darauf hin, dass Prompts (z. B. Einsatz spezifischer Leitfragen, die einzelne Komponenten, insbesondere aber Ursachen und Konsequenzen betonen) das Ansprechen aller Komponenten unterstützen, was insgesamt für deren Einsatz in Lerngelegenheiten für Studierende zur Diagnostik spricht, um möglicherweise strukturierte Diagnosen zu unterstützen. Gleichzeitig erscheint es sinnvoll, die Prompts zu den Komponenten auch inhaltlich noch mehr anzuleiten, um so ggf. auch ihrer geringen Wirksamkeit im Hinblick auf die Nutzung von Theorie und Empirie zu begegnen. Denkbar wäre beispielsweise, in Bezug auf mögliche Ursachen an den kriteriengeleiteten Zugang zu erinnern und die Studierenden zu ermutigen, zuvor diskutierte Kriterien auch auf Ursachen zu beziehen, z. B. die Alltagsvorstellungen oder -erfahrungen als potentielle Gründe für ein bestimmtes Denken und Handeln der Lernenden (Kriterium „Erfahrungsbezug“) zu identifizieren und so zu Anhaltspunkten für Konsequenzen zu gelangen. Verbunden damit sollten Beobachtungen und Deutungen als Begründungen für Ursachen und Konsequenzen eingefordert werden, um einerseits die Qualität des Diagnoseprozesses zu steigern und andererseits Verbindungen der Komponenten herzustellen. Auch die Betonung, dass es mehr

wie eine „richtige“⁶³ Deutung, Ursache bzw. Konsequenz geben kann, scheint zur Förderung kontroverser Diagnosen sinnvoll, da Studierende anscheinend häufig von einer solchen Eindeutigkeit ausgehen.

Neben den Hinweisen zur Unterstützung der Lernprozesse zur Diagnostik ergeben sich aus der intensiven Auseinandersetzung mit Diagnostik und Förderung auch Empfehlungen für die Haltung der Lehrenden gegenüber den Studierenden. Im Rahmen der Theoriearbeit und der intensiven Auswertungsprozesse hat aus Sicht der Autorin sowie der Veranstaltungsleiterinnen eine Sensibilisierung dafür stattgefunden, dass sie sich selbst häufig in einem Diagnoseprozess in Bezug auf das Lernen der Studierenden befinden. Auch dieser Prozess profitiert, wenn bei der Diskussion der Analysen sowie bei der Beschreibung der studentischen Analysen bzw. ihrer Leistungen und Fähigkeiten auf eine saubere Trennung von Beobachtungsbeschreibung und Deutung geachtet wird, alternative, aber vor allem wertschätzende Deutungen mit Belegen vorgenommen werden sowie mögliche Ursachen bedacht und expliziert werden. Eine solche Haltung in der universitären Lehre, das eigene Einlassen auf Diagnostik und die Bereitschaft zur adaptiven Weiterentwicklung der Lehrveranstaltungen scheint daher eine wesentliche Voraussetzung für eine glaubwürdige Vermittlung von Kompetenzen in diesem Bereich zu sein.

Nutzung inhaltlicher Kriterien in Diagnostik und Förderung

Im Rahmen der Untersuchung hat sich in vielfältiger Weise angedeutet, dass der kriteriengeleitete Zugang zu Diagnostik und Förderung insgesamt wirksam zu sein scheint, was für die Implementation eines entsprechenden Ansatzes spricht. Allerdings liefert die vorliegende Untersuchung erste Hinweise darauf, dass explizite Rückgriffe auf Theorie und Empirie i. A. schwierig und herausfordernd für Studierende zu sein scheinen und auch nicht alleine durch den Einsatz von Prompts im Sinne von Erinnerungen an theoretische Konzepte und empirische Befunde unterstützt werden können.

⁶³ Eine dichotome Klassifizierung in richtig und falsch ist im Rahmen einer förderorientierten Diagnostik häufig nicht zielführend, da sie kaum Hinweise auf Ursachen und Konsequenzen beinhaltet. Sie wird hier nur zur Veranschaulichung der Schwierigkeit der Studierenden genutzt, inhaltlich sollte es vor einem qualitativen Hintergrund eher um Angemessenheit und Plausibilität gehen.

Um Studierende aus der Perspektive der Lehre aber auch im Hinblick auf eine fachdidaktisch fundiertere Diagnostik zu unterstützen, sind somit weitere Untersuchung – auch zum Einsatz von Prompts – nötig (siehe Abschnitt 8.3). Für weiterführende Überlegungen zur Lehre kriteriengeleiteter Diagnostik scheinen dagegen sogenannte Querbezüge zu anderen diagnostischen Veranstaltungen Ansatzpunkte zu liefern. In der vorliegenden Untersuchung beispielsweise spielt das physikdidaktische Kriterium der *Konzeptualisierungsniveaus* auch in der mathematikdidaktischen Veranstaltung eine bedeutende Rolle, indem es von den Studierenden des Längsschnitts dazu genutzt wird, inhaltliche Überschneidungen zu den Stufen des Begriffslernens herauszuarbeiten und beide Kriterien zur Beschreibung spezifischer Lernverläufe zu verbinden. Für die adaptive Weiterentwicklung universitärer Lernangebote beinhaltet ein genereller Rückgriff bzw. Transfer bereits bekannter diagnostischer Kriterien somit ein großes Potential und eine besondere Relevanz. Den kontrastierenden Rückmeldungen der Studierenden aus den Interviews ist zu entnehmen, dass vor allem zu Beginn einer Auseinandersetzung mit Diagnose und Förderung der kriteriengeleitete Zugang hilfreich und wertvoll ist, da er die Anforderungen im Umgang mit dem neuen Lerngegenstand reduziert. Eine Abfrage bereits bekannter, ggf. auch fachfremder Kriterien erscheint somit lohnenswert und kann die Analyse bereichern. Mithilfe eines vielfältigen Kriterienpools kann einerseits ein Bewusstsein für den Nutzen und die Relevanz didaktischer Konzepte aus vorangegangenen Lehrveranstaltungen entwickelt werden, andererseits erleichtert es den Studierenden, einen Zugang zum Lernen der Schüler*innen zu finden, und ermöglicht gleichzeitig eine breitere Förderung sowie die Vernetzung von Wissen. Insgesamt ergibt sich daraus mit Blick auf die Weiterentwicklung universitärer Lernangebote zur Diagnostik die Notwendigkeit zu einem verstärkten Austausch zwischen den (fach-)didaktischen Disziplinen über denkbare diagnostische Kriterien, um diese in die eigene Veranstaltung miteinzubeziehen und Querbezüge zu ermöglichen. Damit verbunden scheint es aber nicht zuletzt wichtig, die jeweiligen fachfremden Kriterien zu verstehen und mit den eigenen abzugleichen, um zu identifizieren, wo sie in ihren Ansprüchen Ähnliches erfassen bzw. wo sie Unterschiedliches beschreiben, was gleichzeitig ein wertvolles programmatisches Anliegen darstellt.

Zusätzliche Empfehlungen

Ein weiterer Aspekt mit Konsequenzen für die universitäre Lehre zur Diagnostik, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit aufgedeckt wurde, ist neben der Relevanz des fachdidaktischen Wissens (z. B. zu fachdidaktischer Theorie und Empirie) insbesondere die Relevanz von Fachwissen. Es konnten zahlreiche Stellen identifiziert werden, an denen fachliche Klärungen den diagnostischen Prozess überlagern bzw. behindern (z. B. als Folge von Unsicherheiten oder als fehlend erlebten Kenntnissen bei den Studierenden). Um dieser Beobachtung Rechnung zu tragen, scheint es für die Lehre sinnvoll, dass fachliche Klärungen im Rahmen der Vorbereitung einen hohen Stellenwert einnehmen. Dies kann beispielsweise durch die gemeinsame Bearbeitung der fachlichen Aufgabe, die im entsprechenden Diagnoseanlass enthalten ist, oder durch das Zusammentragen aller für den Lern- oder Bearbeitungsprozess notwendigen Konzepte in einer Klärung fachlicher Zusammenhänge realisiert werden. Dabei erweist sich als hilfreich, die Studierenden aufzufordern, Begründungen sowohl für richtige Lösungen der Aufgabe als auch für fachlich nicht angemessene Lösungen anzugeben. Gleichzeitig ergibt sich aufgrund der scheinbar engen Verzahnung von Fachwissen und förderorientierter Diagnostik das Potential, die Studierenden für ihre eigenen, bewussten oder unbewussten, fachlichen Schwierigkeiten zu sensibilisieren und einen Klärungsbedarf auszulösen. Somit kann die Diagnostik umgekehrt auch einen ertragreichen Zugang zur Verbesserung des fachlichen Lernens der Studierenden darstellen.

8.3 Ableitung sich anschließender Forschungsperspektiven

Im Laufe der Untersuchung haben sich wiederholt Aspekte ergeben, die nicht oder nicht vollständig verfolgt werden konnten. Entsprechende Ansätze für weiterführende Forschungsperspektiven werden in diesem Abschnitt dargestellt.

Ausweitung der Untersuchung auf weitere Personengruppen sowie Auswertung bisher vernachlässigter Daten

Eine Ausweitung der Untersuchung auf weitere Personengruppen ist, wie bereits im Zuge der Diskussion der Einschränkungen der Untersuchung angeklungen, zur Überprüfung und größeren Belastbarkeit der Ergebnisse anzuraten. Vor dem Hintergrund

im Laufe des Projekts entstandener Kooperationen ist es möglicherweise denkbar, die Kodierung auf Arbeitsprodukte oder -prozesse von Studierenden aus diagnostischen Lehrveranstaltungen (anderer Standorte) mit einem ähnlichen Verständnis von Diagnostik anzuwenden, um die Struktur und die Nutzung (fach-)didaktischer Überlegungen mit den in der vorliegenden Arbeit berichteten Ergebnissen abzugleichen.⁶⁴ Gleichzeitig erscheint es naheliegend und interessant, die strukturelle und inhaltliche Operationalisierung diagnostischer Prozesse auf andere, in die Lehrer*innenbildung integrierte Personengruppen mit anderen Expertisegraden anzuwenden, wie bspw. Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst oder Lehrkräfte mit unterschiedlich langer Berufserfahrung, um ggf. unterschiedliche Charakteristiken im Diagnoseprozess aufzudecken. Idealerweise würde eine Langzeitstudie die Entwicklung diagnostischer Prozesse im Laufe des Studiums und im Vorbereitungsdienst in den Blick nehmen und so einen weiteren wichtigen Forschungsbeitrag leisten.

Neben der Ausweitung der Untersuchung ist es aufgrund des Vorhandenseins zahlreicher weiterer im Rahmen dieser Arbeit erhobener Datensätze zudem möglich, ohne weiteren Erhebungsaufwand eine Auswertung bisher vernachlässigter Personen sowie Erhebungsinstrumente anzuschließen. Dabei erscheint insbesondere die Auswertung der Interviews von Interesse, die nochmals auf das Erleben der Studierenden fokussieren und so einen tieferen Einblick in die aus Studierendensicht beurteilte Wirksamkeit der methodisch z. T. unterschiedlichen Veranstaltungsinhalte geben (z. B. Beteiligung einer Lehrkraft, eigene Involviertheit in die Diagnostik).

Interventionsstudie zur Wirksamkeit unterschiedlicher Prompts auf die Struktur und den Inhalt der Diagnosen

In Abschnitt 7.1 bzw. 7.2 konnte der Kontrast herausgearbeitet werden, dass explizite Prompts im Hinblick auf die Struktur des Diagnoseprozesses eine Wirkung zu haben

⁶⁴ Inhaltliche und konzeptionelle Kooperationen zur Diagnostik sind im Verlauf der Untersuchung beispielsweise mit der Mathematikdidaktik der Universität Koblenz/Landau, Standort Landau (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Jürgen Roth, vgl. Bartel, Beretz, Lengnink und Roth (2018)) und der Physikdidaktik der Universität Duisburg/Essen (Arbeitsgruppe Prof. Dr. Heike Theyßen, vgl. v Aufschnaiter, Theyßen und Krabbe (2019)) entstanden.

scheinen (mit Prompt konstruieren Studierenden Ursachen und Konsequenzen; vgl. Abschnitt 7.1), auf inhaltliche Aspekte wie die Theoriebezüge dagegen weniger (trotz Prompt wenige Theoriebezüge; vgl. Abschnitt 7.2). Es erscheint daher sinnvoll und interessant, mithilfe einer Interventionsstudie die Wirksamkeit unterschiedlicher Prompts auf die Struktur und den Inhalt von Diagnosen zu untersuchen. Damit ließe sich deren Ertrag wissenschaftlich fundiert hinterfragen, um daran anschließend über einen vermehrten Einsatz wirksamer Prompts sowohl in der Lehre von Diagnostik als auch in der Kompetenzmessung von diagnostischer Kompetenz nachdenken zu können.⁶⁵ Denkbar wäre eine Intervention im Treatment-Control-Design, die vor dem Hintergrund des Ansatzes expliziter Instruktion in den Arbeitsaufträgen auf die beiden für eine Diagnostik wesentlichen Bestandteile *Struktur* und *Inhalt* zurückgreift, indem sie diese entlang der Komponenten und möglicher diagnostischer Kriterien strukturiert (zum Ansatz der expliziten Instruktion vgl. Vorholzer & Aufschnaiter, 2019; Entwurf siehe Tabelle 64).

Tabelle 64: Entwurf zum Ablauf und der Ausgestaltung einer Interventionsstudie zur Wirksamkeit unterschiedlich formulierter Prompts auf die Struktur und den Inhalt von Diagnosen.

Entwurf Interventionsstudie
Erhebung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen vorab als Kontrollvariablen
Schriftliche Analyse in Einzelarbeit als Ausgangsmessung; offener diagnostischer Arbeitsauftrag
Vorstellung der Modellierung des Diagnoseprozesses sowie denkbarer inhaltlicher diagnostischer Kriterien
Treatment-Control-Design: (<i>Dokumentation der stud. Analysen durch Videografie wie im vorliegenden Projekt</i>)
Beispiel diagnostischer Arbeitsauftrag (<i>immer zum selben Lernprozess als Diagnoseanlass</i>)
Kontrollgruppe – keine gezielten Instruktionen zu den Komponenten oder nützlichen Kriterien: Analysieren Sie den Lernprozess. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion auffällt.

⁶⁵ Zur Erinnerung: Die vorliegende Arbeit verzichtet als explorative Untersuchung gezielt auf Elemente der Kompetenzmessung und widmet sich stattdessen der Beschreibung diagnostischer Prozesse und ihrer Entwicklung.

Treatment 1 –

explizite Strukturierung entlang der **Komponenten**:

Analysieren Sie den Lernprozess. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion auffällt:

1. Welches Verständnis können Sie im Sinne einer Deutung anhand der Aussagen (und des Verhaltens) der Schüler*in rekonstruieren?
 2. Woran machen Sie ihre Einschätzungen als Beobachtung fest?
 3. Was könnten Gründe dafür sein, dass der*die Schüler*in bestimmte Ideen (noch nicht) verstanden hat?
 4. Im Sinne einer Konsequenz: Was müsste der*die Schüler*in besser verstehen? Wie würden Sie als Lehrkraft unterstützen, dass der*die Schüler*in den Sachverhalt besser versteht? Beschreiben Sie so genau wie möglich!
-

Treatment 2 –

keine explizite Strukturierung entlang der **Komponenten**, aber **Hinweis** auf **Modellierung**:

Analysieren Sie den Lernprozess. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion auffällt. Denken Sie an die Komponenten eines Diagnoseprozesses zu dessen Strukturierung.

Treatment 3 –

explizite Strukturierung entlang hilfreicher **Kriterien mit theoretischer Anbindung**:

Analysieren Sie den Lernprozess theoretisch/empirisch fundiert. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion auffällt. Haben Sie an die Konzeptualisierungsniveaus (*beliebiges anderes Kriterium*) gedacht? Zur Erinnerung – sie lauten (*jeweils inkl. Angabe der formalen Zuweisungsregeln*):

- I Explorativ - Erkunden, Beschreiben, Beobachten
 - II Intuitiv regelbasiert - Verhalten, als ob Konzept bekannt ist
 - III Explizit regelbasiert - Konzept(e) nennen
-

Treatment 4 –

keine explizite Strukturierung entlang hilfreicher **Kriterien**, aber **Hinweis** darauf:

Analysieren Sie den Lernprozess. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion auffällt. Denken sie an die Konzeptualisierungsniveaus (*beliebiges anderes Kriterium*) als möglichen inhaltlichen Anhaltspunkt.

je nach Stichprobengröße ggf. Kombinationen der Treatments 1-4

Wiederholung in stabilen Gruppen für die weiteren Videoanalysen

Schriftliche Analyse in Partnerarbeit sowie schriftliche Analyse in Einzelarbeit als Abschlussmessung (*um Sozialeffekt zu kontrollieren*); offener diagnostischer Arbeitsauftrag wie in der Ausgangsmessung, vergleichbare Lernprozesse als Diagnosegegenstand

Eine Umsetzung in der physikdidaktischen Veranstaltung könnte z. B. im Rahmen der Partnerarbeiten während der Videoanalysen erfolgen, die mit einer entsprechend unterschiedlichen Anleitung zu Zwecken der Vergleichbarkeit am ehesten ohne weitere Interaktion mit den Lehrenden bearbeitet werden können. Allerdings bedarf es dazu

einer deutlich detaillierteren Ausarbeitung, insbesondere unter Berücksichtigung der Gelingensbedingungen für die Einbettung in eine Lehr- und Lern-Konzeption (vgl. Theyßen, 2014).

Förderliche Aspekte für Ursachen und Konsequenzen identifizieren

Wie bereits im Rahmen der Ergebnisdarstellung beschrieben, konnten im Verlauf der Auswertung diagnostische Arbeitsaufträge und Prompts identifiziert werden, die insbesondere die für eine Diagnostik hochgradig relevanten Komponenten *Ursachen* und *Konsequenzen* eher provozierten als andere. Vor diesem Hintergrund scheinen eine weitere Identifikation sowie ein systematischer Vergleich verschiedener, in besonderem Maße ursachen- bzw. konsequenzförderlicher Aspekte innerhalb eines Diagnoseprozesses als besonders sinnvoll, um entsprechende Formulierungen nicht zuletzt in die Prompts der soeben skizzierten Interventionsstudie zu implementieren. Dazu kann eine Weiterentwicklung des Kodiermanuals bzw. eine erweiterte Anwendung der *Kategorie II – Prozess des Analysierens* genutzt werden, die die von den Arbeitsaufträgen intendierten Komponenten erfasst und in einem zweiten Schritt mit den von den Studierenden verwendeten Komponenten abgleicht, um so auf besonders förderlich bzw. weniger zuträgliche Formulierungen zu schließen.

Entwicklung einer empirisch fundierten Klassifikation für die Qualität von Diagnosen

Was im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht wurde, aber für alle Komponenten, insbesondere aber für Ursachen und Konsequenzen sinnvoll erscheint, ist eine Begutachtung mit Blick auf qualitative Merkmale und Unterschiede, die über die skizzierten Unterteilungen der Komponenten hinausgeht.⁶⁶ Denkbare Ansatzpunkte für eine ergänzende Anschlussuntersuchung könnten, ggf. im Sinne eines Stufenmodells, verschiedene Präzisierungsgrade, die Angemessenheit, das Abwägen von Alternativen, die Nutzung von Beobachtungsbeschreibungen als Beleg für Deutungen oder der

⁶⁶ Im Kodiermanual wurden erste Ansätze in diese Richtung bereits skizziert: Unterteilung in Wertungen, Identifikationen und Interpretationen für die Deutungen, in sach-, situations- und lernerspezifische Ursachen sowie allgemeine und situationsspezifische Konsequenzen bzw. notwendige nächste Konzepte.

Rückgriff auf sachangemessene (fach-)didaktische Überlegungen sein (vgl. Münster, i. V.).

Abschlussbemerkung

Das primäre Ziel dieser explorativen Studie war es, studentische Zugänge zur Diagnostik zu erfassen. Mit dieser Ausrichtung und der Verbindung qualitativer und quantitativer Daten ist es gelungen, einen wesentlichen Grundstein zur Beschreibung diagnostischer Prozesse zu legen. Dieser ermöglicht einerseits eine Einschätzung dazu, was die diagnostischen Prozesse unterschiedlicher Personengruppen der Lehrerbildung (Studierende, Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst, Lehrkräfte mit unterschiedlich langer Berufserfahrung) strukturell und inhaltlich charakterisiert und unterscheidet. Andererseits liefern die Erkenntnisse Hinweise auf die Förderung dieser diagnostischen Prozesse und die wirksame Strukturierung universitärer Lehre zum Kompetenzaufbau diagnostischer Kompetenz.

Referenzen

- Abs, H. J. (2006). Zur Bildung diagnostischer Kompetenz in der zweiten Phase der Lehrerbildung. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern* (S. 217–234). Weinheim: Beltz.
- Abs, H. J. (2007). Überlegungen zur Modellierung diagnostischer Kompetenz bei Lehrerinnen und Lehrern. In M. Lüders & J. Wissinger (Hrsg.), *Forschung zur Lehrerbildung. Kompetenzentwicklung und Programmevaluation* (S. 63–84). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Alonzo, A. C. (2012). Learning progressions: significant promise, significant challenge. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 95–109. doi:10.1007/s11618-012-0253-4
- Alonzo, A. C. & Aufschnaiter, C. v. (2018). Moving beyond misconceptions: Learning progressions as a lens for seeing progress in student thinking. *The Physics Teacher*, 56(October), 470–473.
- audiotranskription. (2015). f4transkript. Marburg: Dr. Dresing & Pehl GmbH.
- Aufschnaiter, C. v. (2016, September). *(Unterrichts-)Analyse, Reflexion und Diagnostik*. GDCP Jahrestagung 2016, Zürich.
- Aufschnaiter, C. v., Cappell, J., Dübbelde, G., Ennemoser, M., Mayer, J., Stiensmeier-Pelster, J., ... Wolgast, A. (2015). Diagnostische Kompetenz: Theoretische Überlegungen zu einem zentralen Konstrukt der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 61(5), 738–757.
- Aufschnaiter, C. v., Fraij, A. & Kost, D. (2019). Reflexion und Reflexivität in der Lehrerbildung. *Herausforderung Lehrer_innenbildung - Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 2(1), 144–159. doi:10.4119/hlz-2439
- Aufschnaiter, C. v., Hofmann, J., Kirschner, S. & Vorholzer, A. (2014). *Aufgaben im Physikunterricht: Binnendifferenzierung*. Folie 65. Institut für Didaktik der Physik.

- Aufschnaiter, C. v., Münster, C. & Beretz, A. (2018). Zielgerichtet und differenziert diagnostizieren. *MNU Journal*, 71(6), 382–387.
- Aufschnaiter, C. v. & Rogge, C. (2010). Wie lassen sich Verläufe der Entwicklung von Kompetenz modellieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 95–114.
- Aufschnaiter, C. v., Selter, C. & Michaelis, J. (2017). Nutzung von Vignetten zur Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenz: Konzeptionelle Überlegungen und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 85–106). Münster, New York: Waxmann.
- Aufschnaiter, C. v., Theyßen, H. & Krabbe, H. (2019). Diagnostik und Leistungsmessung im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwitz & H. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik*.
- Bain, J. D., Ballantyne, R., Packer, J. & Mills, C. (1999). Using journal writing to enhance student teachers' reflectivity during field experience placements. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 5(1), 51–73.
- Bartel, M. E., Beretz, A., Lengnink, K. & Roth, J. (2018). Prozessbegleitende Diagnose beim Mathematiklernen. *MNU Journal*, 71(6), 375–382.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger & J. Baumert (Hrsg.), *Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 277–337). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Beretz, A., Lengnink, K. & Aufschnaiter, C. v. (2017). Diagnostische Kompetenz gezielt fördern: Videoeinsatz im Lehramtstudium Mathematik und Physik. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Münster, New York: Waxmann.

- Black, P. & William, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31.
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015). Beyond Dichotomies: Competence Viewed as a Continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. doi:10.1027/2151-2604/a000194
- Bohnsack, R. (2014). *Rekonstruktive Sozialforschung: Einführung in die qualitativen Methoden*. Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Boone, W. J., Staver, J. R. & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bromme, R. (2008). Lehrerexpertise. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Psychologie: Bd. 10. Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 159–167). Göttingen: Hogrefe.
- Brunner, M., Anders, Y., Hachfeld, A. & Krauss, S. (2011). Diagnostische Fähigkeiten von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 215–234). Münster: Waxmann.
- Buholzer, A. & Zullinger, S. (2013). Die Entwicklung von diagnostischen Fähigkeiten bei Studierenden der pädagogischen Hochschulen im Laufe ihrer Ausbildung. In C. Brühwiler, A. Heitzmann, A. Niggli, C. Pauli, K. Reusser, A. Tettenborn & P. Tresp (Hrsg.), *Beiträge zur Lehrerbildung. Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern. Pädagogische Diagnostik* (S. 186–197).
- Cappell, J. (2013). *Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 146*. Berlin: Logos-Verlag.
- Chi, M. T. H., Siler, S. A. & Jeong, H. (2004). Can tutors monitor students' understanding accurately? *Cognition and Instruction*, 22(3), 363–387.

- Chinn, C. A. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218. doi:10.1002/sce.10001
- Cronbach, L. J. (1955). Processes Affecting Scores on "Understanding of Others" and "Assumed Similiarity". *Psychological Bulletin*, 52(3), 177–193.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2016). Assessing students' experimentation process in guided inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 29–54. doi:10.1007/s10763-014-9564-7
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: And sex and drugs and rock 'n' roll. MobileStudy*. (4. Aufl.). Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: Sage.
- Fischer, H. E. & Neumann, K. (2012). Video Analysis as a Toll for Understanding Science Instruction. In J. Dillon & D. Jorde (Hrsg.), *Science Education Research an Practice in Europe* (S. 115–139).
- 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. doi:10.1024/1010-0652/a000100
- Gwet, K. L. (2008). Intrarater Reliability. In R. B. D'Agostino, L. Sullivan & J. Massaro (Hrsg.), *Wiley Encyclopedia of Clinical Trials* (S. 37). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/9780471462422.eoct631
- Hascher, T. (2009). Lernprozessdiagnostik als Schlüssel zur Begleitung individuellen Lernens. In S. Weyringer, F. Seyr & F. Oswald (Hrsg.), *ECHA-Österreich – ein Markenzeichen für Begabungsförderung und Schulentwicklung* (S. 135–149). Wien: Lit-Verl.
- Hascher, T. (2011a). Diagnostizieren in der Schule. In A. Bartz (Hrsg.), *PraxisWissen Schulleitung* (S. 1–6). Unterschleissheim: Luchterhand und Link/DKV.

- Hascher, T. (2011b). Forschung zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 418–440). Münster: Waxmann.
- Heinrichs, H. (2015). *Diagnostische Kompetenz von Mathematik-Lehramtsstudierenden: Messung und Förderung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Helmke, A. (Hrsg.). (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität - Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Velber: Kallmeyer/Klett.
- Helmke, A., Hosenfeld, I. & Schrader, F.-W. (2003). Diagnosekompetenz in Ausbildung und Beruf entwickeln. *Karlsruher Pädagogische Beiträge*, 55, 15–34.
- Heritage, M. (2007). Formative Assessment: What do teachers need to know and do? *Phi Delta Kappan*, 89(2), 140–145.
- Hofmann, J. (2015). *Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.192*. Berlin: Logos-Verlag.
- Hoge, R. D. & Coladarci, T. (1989). Teacher-based judgements of academic achievement: A review of literature. *Review of Educational Research*, 59(3), 297–313.
- Hoppe, T., Renkl, A. & Rieß, W. (2020). Förderung von unterrichtsbegleitendem Diagnostizieren von Schülervorstellungen durch Video- und Textvignetten. *Unterrichtswissenschaft*, 71(6), 382–406. doi:10.1007/s42010-020-00075-7
- Horstkemper, M. (2004). Diagnosekompetenz als Teil pädagogischer Professionalität. *Neue Sammlung*, 44(2), 201–214.
- Horstkemper, M. (2006). Fördern heißt diagnostizieren. In G. Becker, M. Horstkemper, E. Risse, L. Stäudel, R. Werning & F. Winter (Hrsg.), *Diagnostizieren und Fördern. Friedrich Jahresheft XXIV 2006* (S. 4–7). Seelze: Friedrich.
- Hußmann, S. & Selter, C. (Hrsg.). (2013). *Diagnose und individuelle Förderung in der MINT-Lehrerbildung: Das Projekt DortMINT*. Münster: Waxmann.
- Ingenkamp, K. & Lissmann, U. (2008). *Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik* (6., neu ausgestattete Aufl). *Pädagogik*. Weinheim, Basel: Beltz.

- Kaiser, G., Busse, A., Hoth, J., König, J. & Blömeke, S. (2015). About the Complexities of Video-Based Assessments: Theoretical and Methodological Approaches to Overcoming Shortcomings of Research on Teachers' Competence. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 369–387.
doi:10.1007/s10763-015-9616-7
- Kang, H. & Anderson, C. W. (2015). Supporting Preservice Science Teachers' Ability to Attend and Respond to Student Thinking by Design. *Science Education*, 99(5), 863–895. doi:10.1002/sce.21182
- Karst, K. (2012). *Kompetenzmodellierung des diagnostischen Urteils von Grundschullehrern*. Münster: Waxmann.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion: Ein Rahmen für die naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Kauper, T., Retelsdorf, J., Bauer, J., Rösler, L., Möller, J., Prenzel, M. & Drechsel, B. (2012). PaLea – Panel zum Lehramtsstudium: Skalendokumentation und Häufigkeitsauszählungen des BMBF-Projektes. Abgerufen unter https://www.palea.uni-kiel.de/wp-content/uploads/2012/04/PaLea%20Skalendokumentation%201_%20Welle.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2019.
- Kleinknecht, M. & Schneider, J. (2013). What do teachers think and feel when analyzing videos of themselves and other teachers teaching? *Teaching and Teacher Education*, 33, 13–23.
- Klug, J., Bruder, S., Kelava, A., Spiel, C. & Schmitz, B. (2013). Diagnostic competence of teachers: A process model that accounts for diagnosing learning behavior tested by means of a case scenario. *Teaching and Teacher Education*, 30, 38–46.
- KMK. (2003). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Abgerufen unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf, zuletzt geprüft am 05.01.2015.

- KMK. (2004a). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Abgerufen unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschlu-esse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf, zuletzt geprüft am 05.01.2015.
- KMK. (2004b). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 12.06.2014. Abgerufen unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschlu-esse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung-Bildungswissenschaften.pdf, zuletzt geprüft am 05.01.2015.
- KMK. (2008). Ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen für die Fachwissenschaft und Fachdidaktik in der Lehrerbildung: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019. Abgerufen unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschlu-esse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf, zuletzt geprüft am 09.09.2020.
- Knobloch, K. (2016). *Gegenüberstellung der Grundvorstellungen und tatsächlich sichtbarer Schülervorstellungen im Rahmen der Vormittage in der LernWerkstatt* (Examensarbeit). Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.
- Kohlhauf, L., Rutke, U. & Neuhaus, B. (2011). Entwicklung eines Kompetenzmodells zum biologischen Beobachten ab dem Vorschulalter. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 203–222.
- Kost, D. (2020). *Reflexionsprozesse von Studierenden des Physiklehramts* (Dissertation). Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen. Abgerufen unter <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2020/15006/>, zuletzt geprüft am 22.09.2020.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), 381–395. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.07.007
- Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., ... Löwen, K. (2004). COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender

- Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 31–53). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29(3), 233–258.
- Kruse, J. (2015). *Qualitative Interviewforschung: Ein integrativer Ansatz* (2. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz; Juventa.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Lengnink, K. (2014). Lern- und Forschungsort Lernwerkstatt Mathematik - Vorstellungorientiertes Mathematiklernen an Schule und Hochschule. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 719–722). Münster: WTM-Verlag.
- Leuders, T. & Prediger, S. (2012). "Differenziert Differenzieren" - Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In A. Ittel & R. Lazarides (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht - Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35–66). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- Linacre, J. M. (2002). What do infit and outfit, mean-square and standardized mean? *Rasch Measurement Transactions*, 16(2), 878. Abgerufen unter <https://www.rasch.org/rmt/rmt162f.htm>, zuletzt geprüft am 18.09.2019.
- Linacre, J. M. (2019). A user's guide to W I N S T E P S® M I N I S T E P Rasch-Model Computer Programs: Program Manual 4.4.2. Abgerufen unter <https://www.winsteps.com/winman/>, zuletzt geprüft am 18.09.2019.

- Maier, U. (2010). Formative Assessment – Ein erfolgversprechendes Konzept zur Reform von Unterricht und Leistungsmessung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13(2), 293–308. doi:10.1007/s11618-010-0124-9
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., aktual., überarb. Aufl). Beltz Pädagogik. Weinheim: Beltz.
- Medienbüro Köln. (2016). Magazin für MINT-Lehrerbildung: Neue Perspektiven - Wie 13 Hochschulen die Lehrerbildung der Zukunft entwickeln. Abgerufen unter www.mint-lehrerbildung.de, zuletzt geprüft am 24.10.2016.
- Meinhardt, C. (2018). *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu Selbstwirksamkeitserwartungen von (angehenden) Physiklehrkräften in physikdidaktischen Handlungsfeldern. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.256*. Berlin: Logos-Verlag.
- Möller, K. & Steffensky, M. (2016). Förderung der professionellen Kompetenz von (angehenden) Lehrpersonen durch videobasierte Lerngelegenheiten. *Unterrichtswissenschaft*, 44(4), 301–304.
- Münster, C. (i. V.). *Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik* (Dissertation). Justus-Liebig-Universität Gießen.
- Muth, L. (2018). *Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht: Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.252*. Berlin: Logos-Verlag.
- Oser, F. (1997). Standards der Lehrerausbildung: Teil 1: Berufliche Kompetenzen, die hohen Qualitätsmerkmalen entsprechen. *Beiträge zur Lehrerausbildung*, 15(1), 26–37.
- Oser, F. & Patry, J.-L. (1994). Sichtstruktur und Basismodelle des Unterrichts: Über den Zusammenhang von Lehren und Lernen unter dem Gesichtspunkt psychologischer Lernverläufe. In R. Olechowski & B. Rollet (Hrsg.), *Theorie und Praxis - Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung - quantitative und qualitative Methoden* (S. 138–146). Frankfurt am Main: Lang.

- Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.
- Petermann, V. (2017). *Vorstellungen von Schülerinnen, Schülern und Studierenden zum naturwissenschaftlichen Beobachten und Deuten* (wissenschaftliche Hausarbeit zum 1. Staatsexamen). Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen.
- Plöger, W., Scholl, D. & Seifert, A. (2015). Analysekompetenz – ein zweidimensionales Konstrukt?! *Unterrichtswissenschaft*, 43(2), 166–184.
- Prediger, S. (2004). "Darf man das so rechnen?" Vielfalt im Mathematikunterricht. *Friedrich Jahresheft*, XXII, 86–89.
- Prediger, S. (2017). "Kapital multipliziert durch Faktor halt, kann ich nicht besser erklären" - Sprachschatzarbeit für einen verstehensorientierten Mathematikunterricht. In B. Lütke, I. Petersen & T. Tajmel (Hrsg.), *Fachintegrierte Sprachbildung - Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis* (S. 229–252). Berlin: de Gruyter.
- Rath, V. (2017). *Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften: Modellierung, Testinstrumententwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.220*. Berlin: Logos-Verlag.
- Riegel, U. (2013). Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken: Einleitung. In U. Riegel & K. Macha (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen: Bd. 4. Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken* (S. 9–24). Münster, München: Waxmann.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.97*. Berlin: Logos-Verlag.
- Rogalla, M. & Vogt, F. (2008). Förderung adaptiver Lehrkompetenz: eine Interventionsstudie. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 17–36.

- Rogge, C. (2010). *Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 106*. Berlin: Logos-Verlag.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Teskonstruktion (2. Aufl.)*. Bern: Huber.
- Roth, J. & Priemer, B. (2020). Das Lehr-Lern-Labor als Ort der Lehrpersonenbildung – Ergebnisse der Arbeit eines Forschungs- und Entwicklungsverbunds. In B. Priemer & J. Roth (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore* (S. 1–10). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-58913-7_1
- Ruiz-Primo, M. A. & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(1), 57–84.
- Schelten, A. (2001). Die Konvergenz von Bildungsinhalten und Bildungsformen im dualen System der Berufsausbildung: Ein Beitrag zur Konsensfindung. *Science in Vocational an Technical Education*, 14(3), 1–10.
- Schrader, F.-W. (1989). *Diagnostische Kompetenz von Lehrern und ihre Bedeutung für die Gestaltung und Effektivität des Unterrichts*. Frankfurt am Main.
- Schrader, F.-W. (1997). Lern- und Leistungsdiagnostik im Unterricht. In F. E. Weinert, N. Birbaumer & C. F. Graumann (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Bd. 3, S. 659–699). Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Schrader, F.-W. (2011). Lehrer als Diagnostiker. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 683–698). Münster: Waxmann.
- Schrader, F.-W. (2013). Diagnostische Kompetenz von Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 31(2), 154–165.
- Schrader, F.-W. & Helmke, A. (1987). Diagnostische Kompetenz von Lehrern: Komponenten und Wirkungen. *Empirische Pädagogik*, 1(1), 27–52.
- Schrader, F.-W. & Praetorius, A.-K. (2006). Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 92–98). Weinheim: Beltz.

- Schütze, B., Souvignier, E. & Hasselhorn, M. (2018). Stichwort – Formatives Assessment. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 45(4). doi:10.1007/s11618-018-0838-7
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Schwindt, K., Kobarg, M., Herweg, C., ... I. M. (2006). Unterrichtsmuster und ihre Wirkung: Eine Videostudie im Physikunterricht. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 99–123). Münster: Waxmann.
- 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 other? *Teaching and Teacher Education*, 27(0), 259–267.
- Seidel, T. & Thiel, F. (2017). Standards und Trends der videobasierten Lehr-Lernforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(S1), 1–21. doi:10.1007/s11618-017-0726-6
- Selter, C., Hußmann, S., Hößle, C., Knipping, C., Lengnink, K. & Michaelis, J. (Hrsg.). (2017a). *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen: Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Münster, New York: Waxmann.
- Selter, C., Hußmann, S., Hößle, C., Knipping, C., Lengnink, K. & Michaelis, J. (2017b). Konzeption des Entwicklungsverbundes 'Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen'. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 11–18). Münster, New York: Waxmann.
- Shavelson, R. J., Young, D. B., Ayala, C. C., Brandon, P. R., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., ... Yin, Y. (2008). On the impact of curriculum-embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 295–314.

- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Spinath, B. (2005). Akkuratheit der Einschätzung von Schülermerkmalen durch Lehrer und das Konstrukt der diagnostischen Kompetenz. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 85–95.
- Statistisches Bundesamt (Destatis). (2019). Studierende an Hochschulen: Fachserie 11 Reihe 4.1 - Sommersemester 2018. Abgerufen unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/studierende-hochschulen-ss-2110410187314.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 09.08.2019.
- Steckenmesser-Sander, K. (2015). *Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.190*. Berlin: Logos-Verlag.
- Steele, C. M. & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(5), 797–811.
- Stöppler, R., Stecher, L. & Wissinger, J. (2015). *Befragung der LA-Studierenden im Rahmen der Evaluation des Pilotprojekts Praxissemester in Hessen: in Kooperation mit der Goethe-Universität Frankfurt und der Universität Kassel*. Gießen.
- Südkamp, A., Kaiser, J. & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers' judgements of students' academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 743–762.
- Südkamp, A., Möller, J. & Pohlmann, B. (2008). Der Simulierte Klassenraum: Eine Experimentelle Untersuchung zur diagnostischen Kompetenz. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(3-4), 261–276.
- Testkuratorium. (1986). Beschreibung der einzelnen Kriterien für die Testbeurteilung. *Diagnostica*, 32, 358–360.

- Theyßen, H. (2014). Methodik von Vergleichsstudien zur Wirkung von Unterrichtsmedien. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 67–80). Berlin, Heidelberg: Springer.
- van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and 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*, 28, 244–276.
- van Ophuysen, S. (2010). Professionelle pädagogisch-diagnostische Kompetenz - eine theoretische und empirische Annäherung. In N. Berkemeyer, W. Bos, H. G. Holtappels, N. McElvany & R. Schulz-Zander (Hrsg.), *Jahrbuch der Schulentwicklung Band 16* (S. 203–234). Weinheim: Juventa.
- VERBI Software. (2018). MAXQDA 2018. Berlin: VERBI Software. Consult. Sozialforschung. GmbH.
- VERBI Software. (2019). MAXQDA 2018 Manual: Intercoder-Übereinstimmung. Abgerufen unter <https://www.maxqda.de/hilfe-max18/teamwork/das-problem-der-intercoder-uebereinstimmung-in-der-qualitativen-forschung>, zuletzt geprüft am 30.09.2019.
- Vollrath, H.-J. (1984). *Methodik des Begriffslehrens im Mathematikunterricht*: Klett-Verlag.
- Vorholzer, A. (2016). *Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.197*. Berlin: Logos-Verlag.
- Vorholzer, A. & Aufschnaiter, C. v. (2019). Guidance in inquiry-based instruction – an attempt to disentangle a manifold construct. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1562–1577. doi:10.1080/09500693.2019.1616124
- Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft - Ansprüche an das Lernen in der Schule. *Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz*. (0), 1–16.

- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17–31). Weinheim, Basel: Beltz.
- Weinert, F. E., Schrader, F.-W. & Helmke, A. (1990). Educational Expertise. *School Psychology International*, 11(3), 163–180. doi:10.1177/0143034390113002
- Wilhelm, T. (2005). *Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd.46*. Berlin: Logos-Verlag.
- William, D. & Thompson, M. (2008). Integration Assessment With Learning: What Will It Take to Make It Work? In C. A. Dwyer (Hrsg.), *The Future of Assessment. Shaping Teaching and Learning* (S. 53–82). Routledge.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Wright, B. & Linacre, J. M. (1994). Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 370. Abgerufen unter <https://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm>, zuletzt geprüft am 18.09.2019.
- Zentrum für Lehrerbildung Gießen. (2014). Modulbeschreibung Lehramt an Gymnasien für das Fach Physik: In der Fassung des 18. Beschlusses vom 19.02.2014. Abgerufen unter https://www.uni-giessen.de/mug/7/pdf/7_80/7_83/Anlage2/Module/physik/7_83_00_18ae_Mod_Phys, zuletzt geprüft am 19.07.2018.
- Zentrum für Lehrerbildung Gießen. (2015). Modulbeschreibung Lehramt an Gymnasien für das Fach Mathematik: In der Fassung des 22. Beschlusses vom 11.03.2015. Abgerufen unter https://www.uni-giessen.de/mug/7/pdf/7_80/7_83/Anlage2/Module/mathe/7_83_00_ANL2_Mod_Math_22ae, zuletzt geprüft am 19.07.2018.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Komponenten einer förderorientierten Diagnostik vor dem Hintergrund (fach-)didaktischer Theorien und Konzepte (in Anlehnung an v. Aufschnaiter, Münster & Beretz, 2018, S. 384).	23
Abbildung 2:	Die Ergänzung der diagnostischen Kompetenz (grau) im Modell der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (schwarz; in Anlehnung an Bromme, 2008, S. 164).	29
Abbildung 3:	Kompetenzmodell von COACTIV (Brunner et al., 2011, S. 217), das diagnostische Fähigkeiten als Teil- bzw. Schnittmenge aus fachdidaktischem und pädagogisch-psychologischem Wissen beinhaltet.	30
Abbildung 4:	Phasenmodell für die Lernprozessdiagnostik (Hascher, 2009, S. 139).	41
Abbildung 5:	Prozessbezogene Operationalisierung diagnostischer Kompetenz von Lehrkräften in Anlehnung an Klug et al. (2013, S. 39).	42
Abbildung 6:	Ziele des Verbundprojektes (vgl. Selter et al., 2017b).	46
Abbildung 7:	Struktur der Veranstaltungen im Vergleich – (a) Gewichtung von Diagnose (gestrichelt) und Förderung (gepunktet), (b) Gegenstand der Videoanalysen und Beteiligung der Studierenden (in grau).	62
Abbildung 8:	Darstellung des Forschungsvorhabens als dreidimensionaler Raum aus Forschungsfragen/Kompetenzfacette, Diagnoseart und Diagnostiker.	72
Abbildung 9:	Übersicht über Einsatz, Art und Umfang der eingesetzten Instrumente.	74
Abbildung 10:	Beispielfrage(n) aus dem biografischen Fragebogen.	77
Abbildung 11:	Raumaufteilung und Kamerapositionen in der physikdidaktischen Veranstaltung.	88

Abbildung 12:	Raumaufteilung und Kamerapositionen in der mathematikdidaktischen Veranstaltung.	89
Abbildung 13:	Einordnung der Erhebungsinstrumente in den dreidimensionalen Raum des Forschungsvorhabens.	98
Abbildung 14:	Programmoberfläche MAXQDA 2018.	120
Abbildung 15:	Reduziertes Kategoriensystem (Kategorien 0 bis VI inkl. charakterisierender Codes auf Schlagwortebene; die ausführliche Version inkl. Kodierablauf kann Anhang H entnommen werden).	122
Abbildung 16:	Ausschnitt eines Verlaufsdiagramms für die <i>Kategorien 0 – Merkmale der Situation, I – Time on Task, II – Prozess des Analysierens</i> und die Codes <i>Verbindungen, Theorie- und Rückbezüge</i> unter Berücksichtigung der am Diskurs beteiligten Personen.	134
Abbildung 17:	Exemplarische Veranschaulichung der Verlaufsdiagramme für die schriftlichen Analysen der Studierenden.	136
Abbildung 19:	Anteilige Verteilung der in den Videoanalysen (VA) thematisierten <i>inhaltlichen Gegenstände</i> (Ph 1-9: physikdidaktische Sitzungen mit Videoanalysen, M: mathematikdidaktische Sitzung mit Videoanalyse; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational-emotional orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses, Sonst.: sonstige Aspekte).	182
Abbildung 20:	Anteilige Verteilung der in den schriftlichen Analysen (SA) thematisierten <i>inhaltlichen Gegenstände</i> (EB: Eingangsbefragung, AB: Abschlussbefragung, Ph: physikdidaktischer Kontext, M: mathematikdidaktischer Kontext; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational-emotional orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses).	182

- Abbildung 21: Mittlerer Fähigkeitsselbsteinschätzungs-Measure der Skalen *Grundbgriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* für den physikdidaktischen Kurs im prä-post-Vergleich. 195
- Abbildung 22: Mittlerer Fähigkeitsselbsteinschätzungs-Measure der Skalen *Grundbgriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* für den mathematikdidaktischen Kurs im prä-post-Vergleich. 196
- Abbildung 23: Veranschaulichung des absoluten Zuwachses für die (vor-)signifikanten Skalen der Fähigkeitsselbsteinschätzung. Die Stufen entsprechen der Likert-Skala: 0 – überall „trifft überhaupt nicht zu“, 1 – mindestens einmal „trifft eher nicht zu“, 2 – mindestens einmal „teils teils“, 3 – „mindestens einmal „trifft eher zu“, 4 – mindestens einmal „trifft vollständig zu“, 5 – überall „trifft vollständig zu“. 196

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Exemplarische Auflistung von Standards zur diagnostischen Kompetenz aus vier unterschiedlichen Arbeiten/Quellen zur Lehrerbildung (F: Förderung, S: Selektion).	33
Tabelle 2:	Übersicht zur physikdidaktischen Lehramtsausbildung an der Justus-Liebig-Universität Gießen (vgl. Zentrum für Lehrerbildung Gießen, 2014).	50
Tabelle 3:	Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „D02-1: Lernen im Physikunterricht“.	52
Tabelle 4:	Übersicht zur mathematikdidaktischen Lehramtsausbildung an der Justus-Liebig-Universität Gießen (vgl. Zentrum für Lehrerbildung Gießen, 2015)	55
Tabelle 5:	Ablauf und Aufbau der Veranstaltung „M06/12: Diagnose und Förderung im Mathematikunterricht der Sekundarstufen“.	60
Tabelle 6:	Fragestellungen zu den beiden Forschungsschwerpunkten a) und b).	68
Tabelle 7:	Fragestellungen zum Forschungsschwerpunkten c).	70
Tabelle 8:	Auszüge aus dem biografischen Fragebogen.	76
Tabelle 9:	Auszüge aus dem Fragebogen zur Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung (S*S: Schülerinnen und Schüler).	79
Tabelle 10:	Zweistufiger Arbeitsauftrag der schriftlichen Analysen.	81
Tabelle 11:	Auszug aus dem physikdidaktischen Transkript (Eingangsbefragung, Zeilen 38-69) inkl. einer Auflistung der Leitideen bei der Modifikation der Vignette.	82
Tabelle 12:	Auszug aus dem mathematikdidaktischen Transkript (Abschlussbefragung, Zeilen 44-62, 67-86) inkl. einer Auflistung der Leitideen bei der Modifikation der Vignette.	84

Tabelle 13:	Übersicht über die Verortung, Reihenfolge und Dauer der eingesetzten Videovignetten (VV) sowie die den Studierenden zur Verfügung gestellten Zeit für die Videoanalysen (VA).	90
Tabelle 14:	Exemplarische Arbeitsaufträge für die Videoanalysen (<i>kursiv und unterstrichen</i> : Kriterien aus den Lehrveranstaltungen als Referenz; in grau: Aufforderung zur Sichtung der Daten (S), Beobachtung (B), Deutung (D), Ursachenforschung (U), Formulierung von Konsequenzen (K) und Beschreibung von konkreten Fördermaßnahmen (F) als Veranschaulichung der relevanten Komponenten im Diagnoseprozess; S*S: Schülerinnen und Schüler).	91
Tabelle 15:	Beispiele für die unterschiedlich ausgeprägte Anleitung des Diagnoseprozesses in den diagnostischen Arbeitsaufträgen der physikdidaktischen Veranstaltung.	93
Tabelle 16:	Auszüge aus dem Interviewfragebogen (S*S: Schülerinnen und Schüler).	95
Tabelle 17:	Stichprobenverteilung auf die Veranstaltungen der Haupterhebung inkl. Geschlecht, Schulform und MINT-Zweifach.	99
Tabelle 18:	Übersicht über alle nutzbaren Daten (Zahl nach dem Schrägstrich gibt Stichprobengröße an; S: Sitzung).	101
Tabelle 19:	Auszug aus den biografischen Angaben der gewählten Teilstichprobe.	103
Tabelle 20:	Dokumentation der Itemanzahl für die unterschiedlichen Skalen des Fragebogens entlang der Messzeitpunkte (in grau: in der Auswertung vernachlässigte Skalen).	106
Tabelle 21:	Outfit-Annahmebereiche für Itemwerte nach Wright und Linacre (1994).	109
Tabelle 22:	Psychometrische Kennwerte für die Rasch-Skalierung der Fragebögen (grau hinterlegt: Items mit kritischen Kennwerten).	112

-
- Tabelle 23: Dokumentation der Prüfung auf Normalverteilung und positive Korrelation (Ph: Skala im physikdidaktischen Fragebogen, M: Skala im mathematikdidaktischen Fragebogen). 115
- Tabelle 24: Übersicht über die betrachteten Personen, ihre Zusammenarbeit im Rahmen der videografierten Analysen sowie die Vollständigkeit des jeweiligen Datensatzes (Ph: Physikdidaktik, M: Mathematikdidaktik, x: gegenseitige Zusammenarbeit; in grau: Gruppenmitglieder, die nicht ausgewertet wurden). 118
- Tabelle 25: Ablaufmodell strukturierender Inhaltsanalyse nach Mayring (2015, S. 98) inkl. Zuordnung der Ausführungen in der vorliegenden Arbeit. 121
- Tabelle 26: Beispielhafter Auszug aus dem Kodiermanual für die Codes *Ursachenforschung* (Kategorie II – Prozess des Analysierens) und *Erleben* (Kategorie IV – Gegenstand der Analyse). 125
- Tabelle 27: Ausschnitt der Tabelle zur zeitlichen Gestaltung der Videoanalysen (Angaben pro Gruppe exemplarisch für Sitzung 2). 129
- Tabelle 28: Ausschnitt *Beschreibungen Videoanalyse* der Häufigkeitstabelle für die *Kategorie II – Prozess des Analysierens* (Ph: Physikdidaktik, M: Mathematikdidaktik, S: Sitzung; vollständige Häufigkeitstabelle siehe Abschnitt 7.1). 130
- Tabelle 29: Aufbau einer mehrdimensionalen Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung (P, Q, X, Y und Z als Merkmalsausprägungen, a, b, c, d, e und f als absolute Häufigkeiten). 131
- Tabelle 30: Beispiel für eine Matrixdarstellung von Kodierungen in der Kombination Ursachen (U) / Konsequenzen (K) und Gegenstand. 132
- Tabelle 31: Auswahl der Videodaten zur Doppelkodierung (Ph: Physik, M: Mathematik). 138
- Tabelle 32: Kappa und prozentuale Übereinstimmung im Intercoder- bzw. Intracoder-Vergleich für den Prozess des Analysierens, den Gegenstand der

- Analyse, die fachliche und fachdidaktische Klärung sowie den Theoriebezug. 140
- Tabelle 33: Übersicht über die Überprüfung des Codes *Verbindungen Komponenten* (Z: Zustimmung, K: Konsens, A: Abweichung; -: fehlende Daten, grau hinterlegt: nicht geprüfte Diskurse) inkl. Zusammenfassung im Hinblick auf die prozentuale Übereinstimmung als Maß für die Güte der Kodierung der Autorin. 143
- Tabelle 34: Relative personenspezifische Verteilung der Komponenten exemplarisch für die physikdidaktischen Sitzung *Pendel* zur Veranschaulichung deutlicher individueller Unterschiede. 148
- Tabelle 35: Relative Anteil der einzelnen Komponenten an allen diagnostischen Aussagen, zusätzlich differenziert nach dem Diagnoseanlass (SA: schriftliche Analyse, VA: Videoanalyse). 148
- Tabelle 36: Relative Verteilung der Komponenten bei den Videoanalysen (VA) für die mit den behandelten Themen wechselnden Arbeitsaufträge (Hervorhebung der im Vergleich besonders geringen Anteile). 151
- Tabelle 37: Prozentuale Verteilung der Ursachen und Konsequenzen auf die jeweiligen drei Unterarten (sachspezifische/situationsspezifische/lernerspezifische Ursachen bzw. situationsbezogene/allgemeine/notwendige Konzepte beinhaltende Konsequenzen) entlang der Proband*innen; die Grundgesamtheit bezieht sich auf alle als Ursachen bzw. Konsequenzen kodierten Ereignisse. 153
- Tabelle 38: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und Konsequenzen in Bezug auf den Diagnoseanlass (VA: Videoanalyse, SA: schriftliche Analyse). 154
- Tabelle 39: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und

- Konsequenzen in Bezug auf den gemeinsamen Kontext *Kräfte* in Physik. 155
- Tabelle 40: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Unterarten der Ursachen und Konsequenzen in Bezug auf das Vorhandensein eines expliziten Prompts für die beiden Komponenten (Hervorhebung des kritischen Feldes in grau). 156
- Tabelle 41: Übersicht zum Anteil unverbundener Komponenten, insbesondere entlang der unterschiedlichen Diagnoseanlässe (SA: schriftliche Analysen, VA: Videoanalysen); die Grundgesamtheit bilden jeweils alle kodierten Beschreibungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen. 159
- Tabelle 42: Auflistung der Komponentenabfolge bei inhaltlichen Bezugnahmen für drei Gruppen in zwei unterschiedlichen physikdidaktischen Sitzungen sowie zwei Gruppen in der mathematikdidaktischen Sitzung (B: Beschreibung – gestrichelt, D: Deutung – unterstrichen, U: Ursache, K: Konsequenz, S: Sonstiges, (FK): fachliche Klärung – gepunktet). Bei wiederholtem Auftreten einer Komponente hintereinander kann es sich um eine Wiederholung, Ausformulierung oder neuen Aspekt im gleichen inhaltlichen Zusammenhang handeln. 161
- Tabelle 43: Mittelwert und relativer Anteil der Codes aus *Kategorie III - Fokus* in Abhängigkeit des Anlasses, summiert über alle jeweiligen Messzeitpunkte (VA: Videoanalysen, SA: schriftliche Analyse, S*S: Schüler*innen, LK: Lehrkraft, Mat./Inst.: Material/Instruktion, Exp./Sachv.: Experiment/Sachverhalt; in grau: Fokusse, die im jeweiligen Diagnoseanlass nicht präsent waren). 169
- Tabelle 44: Mehrdimensionale Kontingenztafel mit beobachteter und erwarteter Häufigkeitsverteilung zu den Codes aus der *Kategorie III - Fokus* für die Videoanalysen und schriftlichen Analysen zum Kontext *Kräfte*, summiert über alle Personen und Messzeitpunkte (S*S: Schüler*innen, LK: Lehrkraft, Mat./Inst.: Material/Instruktion, Exp./Sachv.:

- Experiment/Sachverhalt in grau: Fokusse, die im jeweiligen Diagnoseanlass nicht präsent waren). 170
- Tabelle 45: Anteilige Verteilung der Codes aus *Kategorie III – Fokus* vor dem Hintergrund der Komponenten des Diagnoseprozesses, getrennt nach dem Diagnoseanlass Videoanalyse vs. schriftliche Analyse (Normierung entlang der Spalten). 172
- Tabelle 46: Dokumentation der zeitlichen Anteile für ausgewählte Codes der Kategorie I (*Off-Task, Organisation, fachliche Klärung – FK, fachdidaktische Klärung - FDK*) im Rahmen der Videoanalysen (Angaben pro Gruppe und Sitzung; graue Personencodes: nicht ausgewertete Studierende; grau hinterlegte Felder: fehlende Daten). 174
- Tabelle 47: Häufigkeiten für die Codes *fachliche (FK)* und *fachdidaktische Klärung (FDK)* der Kategorie I für die schriftlichen Analysen und die Videoanalysen (Angaben pro Gruppe und Sitzung; VA: Videoanalyse, SA: schriftliche Analyse; graue Personencodes: nicht ausgewertete Studierende; grau hinterlegte Felder: fehlende Daten). 175
- Tabelle 48: Übersicht der von den Studierenden in den Videoanalysen (VA) und den schriftlichen Analysen (SA) thematisierten *inhaltlichen Gegenstände* als Repräsentanten (fach-)didaktischer Überlegungen (S*S: Schüler*innen). 179
- Tabelle 49: Personenspezifische Verteilung der von den Studierenden absolut thematisierten Heterogenitätsaspekte (Ph 1-9: physikdidaktische Sitzungen mit Videoanalysen, M: mathematikdidaktische Sitzung mit Videoanalyse; *beinhaltet zusätzlich einen einzelnen Heterogenitätsaspekt aus der schriftlichen Abschlussanalyse der physikdidaktischen Veranstaltung). 183
- Tabelle 50: Übersicht über den inhaltlichen Gegenstand (Kategorie IV) der thematisierten Heterogenitätsaspekte inkl. Zuordnung zu unterschiedlichen Heterogenitätsfacetten (AKMF: Unterschiedliche allgemeine kognitive und motorische Fähigkeiten, FK: unterschiedliche fachspezifische Vorerfahrungen und Vorkenntnisse, IN: unterschiedliche

- Interessen und Neigungen, KAP: unterschiedliche Fähigkeiten zum kooperativen Arbeiten und der Persistenz; FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses; enthält Dopplungen). 184
- Tabelle 51: Übersicht der Theorie- und Querbezüge: absoluter Häufigkeit aller Theoriebezüge und darin beinhalteten Querbezügen in den Videoanalysen (VA; MW: Mittelwert; Hervorhebung in grau bei Aufforderung zur Nutzung von Theorie und empirischen Befundlagen in den Arbeitsaufträgen). 186
- Tabelle 52: Übersicht der Theorie- und Querbezüge: absolute Häufigkeit aller Theoriebezüge und darin beinhalteten Querbezügen in den schriftlichen Analysen (SA; MW: Mittelwert; explizite Aufforderung zu Theoriebezügen im Rahmen des gestuften Arbeitsauftrags; vgl. Abschnitt 5.1.3). 187
- Tabelle 53: Übersicht über die prozentuale Verteilung der Theoriebezüge auf die unterschiedlichen Komponenten im Diagnoseprozess, getrennt nach dem Diagnoseanlass (SA: schriftliche Analysen, VA: Videoanalysen). 189
- Tabelle 54: Verteilung der Theoriebezüge auf inhaltliche Kategorien entlang der einzelnen Diagnosen (LV: Lehrveranstaltungen; LP: Learning Progression; EB: Eingangsbefragung; AB: Abschlussbefragung; Hervorhebung in grau: Fokus des Prompts zum Theoriebezug). 190
- Tabelle 55: Dokumentation des Inhalts und der Anzahl der von den Studierenden getätigten theoriebasierten Querbezüge aus der jeweils anderen Disziplin (LV: Lehrveranstaltungen; LP: Learning Progressions; VA: Videoanalysen, SA: schriftliche Analysen). 192
- Tabelle 56: Dokumentation der Kennzahlen des *t*-Tests (Mittelwertvergleich) für abhängige Stichproben zu den Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* entlang der Kurse (Hinterlegung in (hell-)grau: (Vor-)Signifikanz). 194

- Tabelle 57: Dokumentation der Kennzahlen der *t*-Tests (Mittelwertvergleich) für die Analyse einer fächerspezifischen Veränderung in den Skalen *Grundbegriffe*, *Diagnostik* und *Förderung* entlang unterschiedlicher Stichprobengrößen und -abhängigkeiten (DIF: Differenz; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs). 197
- Tabelle 58: Übersicht über diejenigen Items der Skalen zur Fähigkeitsselbsteinschätzung, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (in grau: Items mit vorsignifikanten Veränderungen im prä-post-Vergleich). 198
- Tabelle 59: Individuelle Veränderung der Fähigkeitsselbsteinschätzung für die drei Skalen in den beiden Kursen (MW: Mittelwert; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs; Tendenz ↑/↓: $|\Delta MW| > MW$ der fachspezifischen Standardabweichungen – Ph > 0,94, M > 1,24). 200
- Tabelle 60: Dokumentation der Kennzahlen der *t*-Tests (Mittelwertvergleich) für die Skala *Relevanz* und die Analyse einer fächerspezifischen Veränderung der Skala *Relevanz* (LV: Lehrveranstaltung; DIF: Differenz; Ph: physikdidaktischer Kurs, M: mathematikdidaktischer Kurs). 202
- Tabelle 61; Übersicht über diejenigen Items der Relevanzskala, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (in grau: Items mit vorsignifikanten und tendenziellen Veränderungen im prä-post-Vergleich; vollständige Tabelle mit den Kennzahlen zu allen Items in Anhang N). 202
- Tabelle 62: Übersicht über diejenigen Items des Interviewfragebogens, die nach dem Wilcoxon-Test einen (vor-)signifikanten Unterschied im prä-post-Vergleich aufweisen (Hervorhebung in grau-Abstufungen für Items mit signifikanten, vorsignifikanten und tendenziellen Veränderungen im prä-post-Vergleich). 204
- Tabelle 63: Von den Studierenden während der Videoanalysen geäußerte Schwierigkeiten, zu inhaltlichen Kategorien zusammengefasst. 209

Tabelle 64: Entwurf zum Ablauf und der Ausgestaltung einer Interventionsstudie zur Wirksamkeit unterschiedlich formulierter Prompts auf die Struktur und den Inhalt von Diagnosen. 227

Anhang A – Einverständniserklärung für Studierende

Einverständniserklärung zur Videoaufzeichnung und Auswertung der erhobenen Daten im Projekt 4DiF (WS 2015/2016)

Liebe Studierende,

im Rahmen eines von der Deutschen Telekomstiftung geförderten Projektes untersuchen wir, wie Studierende Aufgaben zur Diagnostik bearbeiten und dabei diagnostische Kompetenz aufbauen. Das Projekt ist Teil eines größeren Verbundes (4DiF), der sich mit der Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen befasst. Im Gießener Projekt soll nicht nur Ihr Kompetenzaufbau untersucht werden, sondern auch erfasst werden, welche Lernangebote in welcher Weise wirksam sind und wie diese Angebote von Ihnen erlebt werden, damit wir die Ausbildung weiter verbessern können. Unsere Forschung richtet sich deshalb auf zwei spezifische Kurse (D02-1 in Physikdidaktik und M06/12 in Mathematikdidaktik), um den Ertrag von Videos in der Lehrerbildung zu untersuchen.

Wir möchten Sie herzlich bitten, die Einverständniserklärung auf der nachfolgenden Seite auszufüllen, damit wir wissen, welche Daten wir von Ihnen erheben und für die weitere Auswertung sowie für die Präsentation des Projektes nutzen dürfen. Dabei gelten die gesetzlichen Vorgaben, was die Anonymisierung, Lagerung und Speicherung Ihrer Daten anbelangt (BDSG), eine Löschung erfolgt spätestens nach 10 Jahren.

Ihre Teilnahme am Forschungsprojekt ist absolut freiwillig; Ihnen entstehen im Falle einer nicht-Teilnahme keinerlei Nachteile. Sie können erteilte Einverständniserklärungen jederzeit vollständig oder in Teilen zurückziehen, Ihre Daten und alle zugehörigen Auswertungen werden unverzüglich vernichtet.

Herzlichsten Dank für Ihre Mitarbeit

Ann-Kathrin-Beretz

Katja Lengnink

Claudia v. Aufschnaiter

Sie können hier Ihre Angaben auf der folgenden Seite für Ihre Unterlagen übernehmen:

Zutreffendes bitte ankreuzen	Ich bin damit einverstanden, dass
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	von mir ausgefüllte Befragungen (inkl. kommentierter Transkripte) ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	von mir angefertigte Videodaten von Mitarbeiter/innen der Arbeitsgruppen Lengnink und v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	meine Befragungs- und Videodaten in der Auswertung miteinander verknüpft und Ergebnisse der Verknüpfung publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	die Videodaten durch studentische Hilfskräfte kodiert bzw. transkribiert werden. Es wird dabei darauf geachtet, dass die Hilfskräfte mich persönlich nicht kennen.* Alle Hilfskräfte werden zur Verschwiegenheit gegenüber Dritten verpflichtet.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Screenshots aus den Videodaten in wissenschaftlichen Veröffentlichungen abgebildet werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Sequenzen von maximal 5 Minuten Länge auf wissenschaftlichen Konferenzen gezeigt werden dürfen, um das methodische Vorgehen und empirische Befunde zu demonstrieren.

*D. h. weder mit mir in einer Gruppe zusammengearbeitet haben noch privaten Kontakt mit mir haben.



Projekt 4DiF
Prof. Dr. Katja Lengnink, Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter, Ann-Kathrin Beretz

**Einverständniserklärung zur Videoaufzeichnung und Auswertung
der erhobenen Daten im Projekt 4DiF (WS 2015/2016)**

Zutreffendes bitte ankreuzen	Ich bin damit einverstanden, dass
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	von mir ausgefüllte Befragungen (inkl. kommentierter Transkripte) ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	von mir angefertigte Videodaten von Mitarbeiter/innen der Arbeitsgruppen Lengnink und v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	meine Befragungs- und Videodaten in der Auswertung miteinander verknüpft und Ergebnisse der Verknüpfung publiziert werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	die Videodaten durch studentische Hilfskräfte kodiert bzw. transkribiert werden. Es wird dabei darauf geachtet, dass die Hilfskräfte mich persönlich nicht kennen.* Alle Hilfskräfte werden zur Verschwiegenheit gegenüber Dritten verpflichtet.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Screenshots aus den Videodaten in wissenschaftlichen Veröffentlichungen abgebildet werden.
<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Sequenzen von maximal 5 Minuten Länge auf wissenschaftlichen Konferenzen gezeigt werden dürfen, um das methodische Vorgehen und empirische Befunde zu demonstrieren.

*D. h. weder mit mir in einer Gruppe zusammengearbeitet haben noch privaten Kontakt mit mir haben.

Code im Projekt:

Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der <u>Tag</u> Ihres Ge- <u>burtsdatums</u>	Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
<u>K</u> <u>E</u> rstin <u>A</u> <u>N</u> na-Maria	<u>0</u> <u>7</u> .04.1992 <u>3</u> <u>1</u> .01.1991	<u>E</u> <u>B</u> ankfurt <u>B</u> <u>A</u> d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

----- Unterschrift bitte getrennt abgeben! -----

Einverständniserklärung mit Code für das Projekt 4DiF (WS 2015/2016) ausgefüllt.

Name (in Druckbuchstaben): _____

Datum: _____

Unterschrift: _____



Projekt 4DiF
Prof. Dr. Katja Lengnink, Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter, Ann-Kathrin Beretz

Anhang B – Biografischer Fragebogen

Projekt 4DiF – Fragebogen für Studierende



Teil I: Biografische Angaben (Physik)

Liebe Studierende,
im Folgenden finden Sie einige Fragen zu Ihrer Person und Ihrem familiären Hintergrund. Alle Angaben sind freiwillig. Falls manche Fragen Ihnen Unbehagen bereiten, lassen Sie diese einfach aus! Falls Sie nicht möchten, dass Ihr Fragebogen ausgewertet wird, verzichten Sie auf die Angabe ihres Codes.
Für die offenen Fragen gilt: kurze, stichwortartige Antworten; beißen Sie sich nicht an einer Aufgabe fest!

Die <u>ersten beiden</u> Buchstaben des <u>ersten Vornamens</u> Ihrer Mutter	Der <u>Tag</u> Ihres <u>Geburtsdatums</u>	Die <u>ersten beiden</u> Buchstaben Ihres <u>Geburtsortes</u>	Geschlecht	Lehramt
<u>K</u> <u>E</u> rstin <u>A</u> <u>N</u> na-Maria	<u>0</u> <u>7</u> .04.1992 <u>3</u> <u>1</u> .01.1991	<u>F</u> <u>R</u> ankfurt <u>B</u> <u>A</u> d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

1. Welche Unterrichtsfächer studieren Sie?
(Bitte keine Grundwissenschaften angeben.)
Im wievielten Semester studieren Sie das jeweilige Fach (Fachsemester)?

Fach 1: _____ FS
 Fach 2: _____ FS
 Fach 3: _____ FS

Soziokulturelle Herkunft

2. In welchem Land sind Sie geboren?

3. Welche Staatsangehörigkeit(en) besitzen Sie?

4. Sind Ihre Eltern beide in Deutschland geboren?

Ja

Nein (Bitte beantworten Sie dann auch die folgenden Fragen.)

a. Meine Mutter ist in _____ geboren.

a. Mein Vater ist in _____ geboren.



Ann-Kathrin Beretz, Claudia von Aufschnaiter, Katja Lengnink

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

5. Welche Sprache ist Ihre Muttersprache?

6. Welche Sprachen werden in Ihrer Familie gesprochen?

Angaben zur Ausbildung

7. In welchem Jahr haben Sie Ihr Abitur gemacht? _____

8. Haben Sie Physik in (der Q-Phase) der Oberstufe belegt?

- Ja, als Leistungskurs
 Ja, als Grundkurs
 Nein

9. Wir würden uns darüber freuen, wenn Sie uns auch einige Angaben zu Ihren Noten machen würden. (Angabe in gerundeten Schulnoten.)

	1	2	3	4	5	6
Abiturnote	<input type="checkbox"/>					
bisheriger Notendurchschnitt in der Fachwissenschaft Physik	<input type="checkbox"/>					
bisheriger Notendurchschnitt in der Fachdidaktik Physik	<input type="checkbox"/>					
bisheriger Notendurchschnitt im anderen Fach	<input type="checkbox"/>					
bisheriger Notendurchschnitt im dritten Fach (falls vorhanden)	<input type="checkbox"/>					

10. War der Studiengang Lehramt mit Fach Physik Ihr Erstwunsch?

- Nein, ich wollte eigentlich _____ studieren.
 Ja, der Studiengang Lehramt mit Fach Physik war mein Erstwunsch.

11. Haben Sie schon einmal Ihren Studiengang oder ein Fach im Lehramtsstudiengang gewechselt?

- Nein
 Ja, ich habe früher folgendes studiert: _____

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

12. Verfügen Sie schon über ein abgeschlossenes Hochschulstudium?

- Nein
- Ja, und zwar: _____

13. Verfügen Sie schon über eine Berufsausbildung?

- Nein
- Ja, und zwar: _____

Praxis

14. Haben Sie je Nachhilfe gegeben? (
- Mehrere Kreuze möglich.*
-)

- Nein
- Ja, und zwar in [Fächer] _____
- Ja, für Schülerinnen und Schüler. Zum letzten Mal im Jahr _____
- Ja, für Studierende. Zum letzten Mal im Jahr _____

15. Haben Sie während des Studiums oder davor an einer Schule unterrichtet (außerhalb von Praktika)?

- Nein
- Ja, und zwar in [Fächer] _____
- a. Wie lange haben Sie unterrichtet?
- < 6 Monate 6 - 12 Monate > 12 Monate
- b. In welchem Umfang haben Sie unterrichtet? (Reine Unterrichtszeit in Schulstunden)
- 1 -3 h pro Woche 3 -5 h pro Woche > 5 h pro Woche
- c. In welcher Schulstufe haben Sie unterrichtet? (Zwei Kreuze möglich)
- Sekundarstufe I Sekundarstufe II

16. Welche anderweitigen praktischen (Lehr-)Erfahrungen mit Kindern (z. B. Freizeitgestaltung durch Jugendgruppen und Sporttraining) haben Sie bereits gesammelt?

Bitte listen Sie auf:

_____	Dauer der Tätigkeit	Jahre	Monate
_____	Dauer der Tätigkeit	Jahre	Monate
_____	Dauer der Tätigkeit	Jahre	Monate

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

Finanzierung

17. Wie finanzieren Sie derzeit Ihren Lebensunterhalt? (Mehrfachnennung möglich)

- Erwerbstätigkeit während des Studiums (bitte auch Frage 18 beantworten.)
- Ausbildungsförderung (BAföG)
- Unterstützung durch Eltern und/oder andere Verwandte
- Unterstützung durch (Ehe-)Partner/in
- Kredit (z. B. Bildungskredit)
- Stipendium
- angesparte eigene Mittel
- Sonstiges

18. Wie viele Stunden üben Sie Ihre Erwerbstätigkeit pro Monat aus? _____ Stunden

Vorerfahrungen im Bereich Diagnostik

19. Stellen Sie sich vor, Sie sollen Verstehens- und Lernprozesse von SuS diagnostizieren. Auf welche Aspekte würden Sie besonders Acht geben?

Nennen Sie bis zu 3 Aspekte und begründen Sie deren Relevanz kurz.

Aspekt	Begründung

Ergänzung in Mathematik um eine Frage im Bereich *Angaben zur Ausbildung* (Seite 2)

9. Welche Veranstaltungen haben Sie in der Mathematikdidaktik bereits belegt?
- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Didaktik der Algebra | <input type="checkbox"/> Vorlesung "Ausgewählte Fragen des MU" |
| <input type="checkbox"/> Didaktik der Geometrie | <input type="checkbox"/> Methodik |
| <input type="checkbox"/> Didaktik der Analysis | <input type="checkbox"/> Fachpraktikum |
| <input type="checkbox"/> Numerik in der Schule | |

Ansonsten Ersetzung Physik durch Mathematik

Anhang C – Relevanz- und Fähigkeitsselbsteinschätzung

Teil III: Selbsteinschätzung zur Diagnostik

Liebe Studierende,
im Folgenden finden Sie erneut einige Aussagen, anhand derer Sie Ihre fachdidaktischen Fähigkeiten selbst einschätzen sollen. Beziehen Sie Ihre Antworten bitte immer auf Ihr Unterrichtsfach Physik/Mathematik und bedenken Sie, dass niemand von Ihnen erwartet, dass Sie über die genannten Fähigkeiten verfügen. Versuchen Sie deshalb, eine ehrliche Einschätzung abzugeben.
Alle Angaben sind freiwillig. Falls manche Fragen Ihnen Unbehagen bereiten, lassen Sie diese einfach aus! Falls Sie nicht möchten, dass Ihr Fragebogen ausgewertet wird, verzichten Sie auf die Angabe Ihres Codes.

Die <u>ersten beiden Buchstaben</u> des <u>ersten Vornamens Ihrer Mutter</u> K E rstin A N na-Maria	Der <u>Tag</u> Ihres <u>Geburtsdatums</u> 0 7 .04.1992 3 1 .01.1991	Die <u>ersten beiden Buchstaben</u> Ihres <u>Geburtsortes</u> F R ankfurt B A d Homburg	Geschlecht Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Lehramt Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB
---	---	---	--	--

Aussagen

A1 Ich denke, meine Fähigkeiten zur Diagnostik von Denk- und Lernprozessen von Schülerinnen und Schülern (SuS) sind...	niedrig ----- hoch
--	----------------------

Aussagen

A2 Ich glaube, den vielfältigen Anforderungen des Diagnostizierens gewachsen zu sein. (nur post-Befragung)	A1 und A2 allgemein, Eigenentwicklung
FACHF1 Ich kann den Begriff „Heterogenität“ erläutern.	FWDHF 1, 2 und 6 aus der Zielsetzung zur Sensibilisierung für Heterogenität (Verbundprojekt), Eigenentwicklung
FACHF2 Ich kann fachspezifische Beispiele für Heterogenität angeben.	in Anlehnung an Cappell, D1.1 (2013, S.189)
FACHF3 Ich kann beschreiben, was „Diagnostik“ umfasst.	in Anlehnung an KMK-Standard „Die Absolvent*innen kennen die Grundlagen der Lernprozessdiagnostik.“
FACHF4 Ich kann beschreiben, wie im Fachunterricht diagnostiziert wird bzw. werden sollte.	in Anlehnung an KMK-Standard „Die Absolvent*innen erkennen Lernausgangslagen und setzen spezielle Fördermöglichkeiten ein.“
FACHF5 Ich habe eine Vorstellung davon, auf welche Aspekte bei der fachspezifischen Förderung von Lernenden geachtet werden muss.	in Anlehnung an KMK-Standard „Die Absolvent*innen erkennen Lernausgangslagen und setzen spezielle Fördermöglichkeiten ein.“
FACHF6 Ich kann erläutern, in welcher Beziehung Heterogenität, Diagnose und Förderung zueinander stehen.	siehe FWDHF 1 und 2



Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

mw L2/L3

Stellen Sie sich vor, Sie sollen erneut Verstehens- und Lernprozesse von SuS diagnostizieren. Auf welche Aspekte würden Sie vor dem Hintergrund der Veranstaltung besonders achtgeben?

Nennen Sie bis zu 3 Aspekte und begründen Sie deren Relevanz kurz.

Aspekt	Begründung

Anhang D – Schriftliche Transkriptanalysen Physik

D02-1: Lernen und Lehren im Physikunterricht
Wintersemester 15/16
Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter



15.10.2015

Eingangsbefragung

1) Geben Sie hier bitte Ihren persönlichen Code ein:

Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der <u>Tag</u> Ihres Geburtsdatums	Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
<u>K</u> <u>E</u> rstin <u>A</u> <u>N</u> na-Maria	<u>0</u> <u>7</u> .04.1992 <u>3</u> <u>1</u> .01.1991	<u>F</u> <u>R</u> ankfurt <u>B</u> <u>A</u> d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen	Zutreffendes bitte ankreuzen
			<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

Bitte bearbeiten Sie die folgende Aufgabe und das Transkript in
Einzelarbeit

Analysieren Sie das Transkript auf Seite 2 und 3. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion zur Kollision zweier Fahrzeuge auffällt.

Sie können dazu Ihre Notizen direkt am Transkript notieren und/oder die Rückseite des Transkriptes mit Verweisen auf Zeilennummern nutzen.

Notieren Sie bitte unten auf dem Transkript noch einmal Ihren Code.

Geben Sie dann Ihre Analyse zusammen mit dem Transkript ab.



Eine Gruppe von 6 Schüler/innen der Klasse 8 und eine Lehrkraft diskutieren über zwei Fahrzeuge, die miteinander kollidieren.

Platz für Notizen

- 1 L: Kann jemand mal die Frage laut
2 vorlesen? Was ist hier die Aufgabe?
3 S1: „Wenn ein kleines Auto mit einem
4 massiven LKW frontal zusammenstößt,
5 welches Fahrzeug erfährt die größere
6 Kraft? Welches Fahrzeug erfährt die
7 größere Beschleunigung?“
8 Beschleunigung.
9 L: Ok.
10 S5: (stöhnt leise)
11 S6: (leise zu S5:) Ey, haste die
12 Hausaufgaben in Deutsch schon
13 gemacht?
14 S5: (leise) Nee.
15 S3: Natürlich das kleine Auto.
16 S1: ..?.. [unverständlich] Das kleine Auto. Is
17 schrott.
18 L: Ok. Also offensichtlich das kleinere
19 Auto.
20 S4: Weniger massiv.
21 L: Also, das kleinere Auto, das kleinere
22 Auto, ähm, erfährt die größere Kraft.
23 Meint ihr's so?
24 S1: Ja.
25 L: Ok. [gedehnt: Oookaaayyy]
26 S5: (leise) War auch langsamer.
27 L: Glaubst ihr das alle?
28 SuS: Ja.
29 S2: Nein.
30 L: Nein? Was meinst du, S2?
31 S2: Es ist die gleiche Kraft, aber eine
32 andere Wirkung.
33 S3: Stimmt, ach so, ja, ich hab's falsch
34 verstanden. Ich glaub auch, dass es die
35 gleiche Kraft ist, aber eine andere
36 Wirkung. (zu S2:) Meinst du mit
37 Wirkung, dass es sich bewegt?
38 L: Also, fassen wir nochmal zusammen,
39 was ham wir grade gesagt? Denkt mal
40 ans dritte Newtonsche Axiom, was sagt
41 das?
42 S5: Wenn beide mit der gleichen
43 Geschwindigkeit fahren, dann ist's die
44 gleiche Kraft, aber...
45 L: (unterbricht) Selbst, wenn sie nicht mit
46 der gleichen Geschwindigkeit fahren.
34

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m/w

L2/L3

2

Platz für Notizen

- 47 S4: Aber eines hat doch mehr Gewicht.
 48 S5: Masse, du Vollpfosten! Sollen doch
 49 immer Masse sagen.
 50 L: Genau.
 51 S4: Also übt es 'ne größere Kraft auf den
 52 kleineren aus.
 53 S3: Oh, ich hab's! Es wär das gleiche ..?..
 54 [unverständlich]. Sie ham die gleiche
 55 Kraft.
 56 L: Würden sie die gleiche Kraft erfahren?
 57 S2: Ja.
 58 S1: Nee, wie'n das?
 59 S6: Man, weil halt! Kannste unserm Brain
 60 hier schon glauben!
 61 S4: Aber die ham doch andere Massen!
 62 $F=m*a$, also F unterschiedlich.
 63 S5: Raff ich net. (zu S2 und S3:) Könn't ihr's
 64 mir das nochmal erklären? Warum sind
 65 die Kräfte gleich groß?
 66 S2: (zu S5:) Wegen Newton 3: bei zwei
 67 Körpern, die üben immer wechselseitig
 68 Kräfte aufeinander aus.
 69 S5: Ach so.
 70 L: Stellt euch mal vor, eine kleine Fliege
 71 trifft auf einen großen LKW.
 72 S1: Da biste platt, man, mausetot!
 73 L: Die Fliege ist tot.
 74 S3: Sie würde dran kleben bleiben.
 75 L: Warum ist die Fliege tot?
 76 S4: Weil se winzig is.
 77 S1: Weil se so klein is.
 78 S4: Total winzig, die wiegt fast nichts.
 79 L: Übt die Fliege auf den LKW eine Kraft
 80 aus?
 81 S3: Vielleicht (schaut zu S2).
 82 S2: Klar.
 83 S4: Aber nur 'ne ganz kleine.
 84 S5: Das Viech fliegt aber viel langsamer als
 85 der LKW.
 86 L: Ist die Kraft genauso groß wie die Kraft
 87 vom LKW auf die Fliege?
 88 S2: Ja.
 89 S4: Nein.
 90 L: Doch, ist sie!
 91 S5: (lässt Stift laut auf seinen Tisch fallen)
 92 Ach, check ich voll nicht, ey.
 93 L: Sie sind gleich und entgegengesetzt.

D02-1: Lernen und Lehren im Physikunterricht
Wintersemester 15/16
Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter



11.02.2016

Abschlussbefragung

1) Geben Sie hier bitte Ihren persönlichen Code ein:

Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der <u>Tag</u> Ihres Geburtsdatums	Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
<u>K</u> <u>E</u> rstin <u>A</u> <u>N</u> na-Maria	<u>0</u> <u>7</u> .04.1992 <u>3</u> <u>1</u> .01.1991	<u>F</u> <u>R</u> ankfurt <u>B</u> <u>A</u> d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen	Zutreffendes bitte ankreuzen
			<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

Bitte bearbeiten Sie die folgende Aufgabe und das Transkript in
Einzelarbeit

Analysieren Sie das Transkript auf Seite 2 und 3. Notieren Sie, was Ihnen an der Diskussion zur Kollision zweier Fahrzeuge auffällt.

Sie können dazu Ihre Notizen direkt am Transkript notieren und/oder die Rückseite des Transkriptes mit Verweisen auf Zeilennummern nutzen.

Notieren Sie bitte unten auf dem Transkript noch einmal Ihren Code.

Geben Sie dann Ihre Analyse zusammen mit dem Transkript ab.



Projekt 4DiF
Prof. Dr. Katja Lengnink, Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter, Ann-Kathrin Beretz

Eine Gruppe von 3 Schüler/innen der 11. Klasse diskutiert über die folgende Aufgabe. Die SuS sind sich unsicher, ob ihre Überlegungen stimmen, und bitten die Lehrkraft um Hilfe.

Stellen Sie sich folgende Situation vor: Ein schwerer LKW stößt auf einer Straße frontal mit einem Kleinwagen zusammen.		
Entscheiden Sie sich für eine der unten stehenden Antworten (markieren Sie diese) und begründen Sie ihre Entscheidung möglichst genau, indem Sie die Situation aus physikalischer Sicht beschreiben.		
<input type="checkbox"/>	a)	Der LKW übt eine größere Kraft auf den Kleinwagen aus als der Kleinwagen auf den LKW.
<input type="checkbox"/>	b)	Der Kleinwagen übt eine größere Kraft auf den LKW aus als der LKW auf den Kleinwagen.
<input type="checkbox"/>	c)	Die beiden Fahrzeuge üben keine Kräfte aufeinander aus. Der Kleinwagen wird einfach deshalb zerdrückt, weil er dem LKW im Wege ist.
<input type="checkbox"/>	d)	Der LKW übt eine Kraft auf den Kleinwagen aus, aber der Kleinwagen übt keine Kraft auf den LKW aus.
<input type="checkbox"/>	e)	Der LKW übt die gleiche Kraft auf den Kleinwagen aus wie der Kleinwagen auf den LKW.
Begründen Sie ihre Antwort (Stichpunkte sind ausreichend):		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Platz für Notizen

- 1 L: Erklären Sie mir mal, was Sie bisher diskutiert haben.
- 2
- 3 S1: Ja, also, wenn ein Lkw und 'nen Auto zusammenstoßen, wenn die aufeinander zufahren und das dann noch 'nen Kleinwagen ist, dann können die ja nicht die gleichen Kräfte haben.
- 4
- 5
- 6
- 7 L: Warum denken Sie, dass die Kräfte nicht gleich groß sind?
- 8
- 9 S1: So genau weiß ich es auch nicht. Ich hab mal irgendwie mal gehört, dass, äh, man diese Aufprallgeschwindigkeiten dann nicht addieren kann einfach, weil [5s], weil das kann also schon nicht sein, dass sie dieselben Kräfte haben, dadurch, dass die Masse ja unterschiedlich ist.
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16 S2: Ja, stimmt auf jeden Fall. Mhm.
- 17 S3: Ja, ja. Aber hier geht es ja darum, dass beide ja 'ne Kraft ausüben und ob die gleich wäre, oder nicht.
- 18
- 19
- 20 L: Genau. [7s]
- 21 S3: In jedem Falle wäre danach c) raus.
- 22 S1: c)? | Ja, neee, das ist weg, weil Körper mit einer Masse nach diesem $F=m \cdot a$ immer eine Kraft haben.
- 23
- 24
- 25 S2: Ja. Ja, genau. [5s]
- 26 S1: Dass der Kleinwagen keine Kraft auf den Lkw ausübt ist ja ...
- 27
- 28 S3: Nein.
- 29 S1: ...auch Quatsch.
- 30 S3: Ja.
- 31 L: Ok, was haben Sie dann übrig?
- 32 S2: a) und b), 'ne?
- 33 S1: Ja.

Platz für Notizen

- 34 S3: Und e).
- 35 S1: Hehe, genau, in Physik stimmt immer das,
36 was am wenigsten Sinn macht! (alle lachen)
- 37 S3: Keine Ahnung. |
- 38 S1: Also, ich glaube ja, dass die sich anteilig auf-
39 heben. Dass der Lkw mit 60 Kilo drückt,
40 quasi, und der Kleinwagen mit 20 Kilo und
41 letztlich der Kleinwagen mit 40 Kilo, quasi
42 deformiert wird. Weißte was ich meine?
- 43 S2: Mhm.
- 44 S1: Also ist es a), weil für b) ist es verkehrt
45 herum. Das passt am ehesten. (kreuzt a) an,
46 schreibt auf Bogen: *Masse LKW > Masse*
47 *Kleinwagen; Kraft vom Kleinwagen wird durch gleiche*
48 *Kraft vom LKW aufgehoben; -> restliche Kraft des*
49 *LKW drückt den Kleinwagen beiseite)*
- 50 S3: Aber das ist bestimmt falsch. (schaut zu L)
- 51 L: Warum meinen Sie, dass das falsch ist?
- 52 S3: Ich weiß nicht. | Wir wissen ja nicht, wie
53 schnell die fahren, oder?
- 54 S2: Das ist bestimmt abhängig davon!
- 55 S3: Wenn der Kleinwagen jetzt viel schneller
56 fährt als der Lkw, dann hat der vielmehr
57 Wucht. |4s|
- 58 L: Denken Sie mal ans dritte Newtonsche
59 Axiom, was sagt das?
- 60 S3: Wenn beide mit der gleichen Geschwindig-
61 keit fahren, dann ist's die gleiche Kraft,
62 aber...
- 63 L: (unterbricht) Selbst, wenn sie nicht mit der
64 gleichen Geschwindigkeit fahren.
- 65 S3: Achsooooo. Dann muss es e) sein, richtig?
- 66 L: Ja, genau!
- 67 S2: Achso, ja, ich hab das die ganze Zeit falsch
68 verstanden. Ich hab das...
- 69 S3: Jawoll, ich hab's richtig!
- 70 S1: (schaut vom Schreiben hoch) Sorry, hab's
71 grad nicht mitbekommen, habe meine
72 Begründung aufgeschrieben.
- 73 S2: Drittes Newtonsches Axiom.
- 74 S3: Actio=Reactio: „Der Lkw übt die gleiche Kraft
75 auf den Kleinwagen aus wie der Kleinwagen
76 auf den Lkw.“
- 77 S1: Check ich nicht, was ist mit $F=m \cdot a$?
- 78 S3: Das ist jeweils die Kraft eines Körpers, hier
79 geht es aber um die Wechselwirkung zwi-
80 schen den beiden! Die üben immer wechselsei-
81 tig, also entgegengesetzt, Kräfte aufeinander
82 aus, die gleich groß sind. Egal, ob sich
83 da was bewegt oder nicht.
- 84 S1: Wenn du das sagst, wird's wohl stimmen.
85 (streicht Begründung durch)

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

3

Anhang E – Schriftliche Transkriptanalysen Mathematik

Diagnose und Förderung im MU der Sek (M06/M12)
Wintersemester 16/17
Prof. Dr. Katja Lengnink



21.10.2016

Eingangsbefragung

1) Geben Sie hier bitte Ihren persönlichen Code an:

Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der <u>Tag</u> Ihres Geburtsdatums	Die <u>ersten beiden</u> <u>Buchstaben</u> Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
<u>K</u> <u>E</u> rstin <u>A</u> <u>N</u> na-Maria	<u>0</u> <u>7</u> .04.1992 <u>3</u> <u>1</u> .01.1991	<u>F</u> <u>R</u> ankfurt <u>B</u> <u>A</u> d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen	Zutreffendes bitte ankreuzen
			<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	<input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

Bitte bearbeiten Sie die folgende Aufgabe und das Transkript in
Einzelarbeit

Analysieren Sie das Transkript auf Seite 2 und 3. Notieren Sie, was Ihnen an der Bearbeitung der Aufgabe „Körper fühlen“ auffällt.

Sie können dazu Ihre Notizen direkt am Transkript notieren und/oder die Rückseite des Transkriptes mit Verweisen auf Zeilennummern nutzen.

Notieren Sie bitte unten auf dem Transkript noch einmal Ihren Code.

Geben Sie dann Ihre Analyse zusammen mit dem Transkript ab.



Projekt 4DiF
Prof. Dr. Katja Lengnink, Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter, Ann-Kathrin Beretz

Körper Begreifen (Videonummer 00180, 8:00 – 10:51 in Ausschnitten)

Eine Gruppe von 4 Schüler/innen der Klasse 5 (Gesamtschule) und eine Betreuerin sitzen gemeinsam an einer Station mit einer Fühlkiste. In der Fühlkiste befinden sich geometrische Körper in Form von Alltagsgegenständen, die von den Schüler/innen einzeln erfühlt, den Mitschüler/innen beschrieben sowie korrekt benannt werden sollen und dann aus der Kiste genommen werden.

Platz für Notizen

- 1 **Schüler S1 ist an der Reihe:**
2 S1: Ah Dreieck. (Zieht eine Toblerone-Packung ca. 2
3 cm aus der Kiste)
4 B: Was könnte da dreieckig sein?
5 S1: So wie ne Pyramide eigentlich.
6 S2: Geht das so nach oben spitz?
7 S1: Äh, nein!
8 S1: Hm. Äh -
9 B: Wenn du nicht weißt, kannst du vielleicht was
10 anderes nehmen?
11 S1: Ich glaub, das war was mit dem Essen.
12 S4: Mit Essen?
13 S2: Tabletten (lacht). [...]
- 14 **Schüler S2 ist an der Reihe: Toblerone-Packung**
15 S2: (Fühlt) Hier ist sowas...
16 S1: Ja, Längliches.
17 S2: Ja, sowas - Was ist das?
18 S1: Ei sowas dreieckiges.
19 S2: Ja. | Das ham wir schon mal gebaut.
20 S1: Was könnte denn das -. Keine Pyramide und
21 keine Kugel und kein Würfel. [...]
- 22 **Schüler S3 ist an der Reihe: Toblerone-Packung**
23 S3: Ich glaub, ich wüsst schon was es ist.
24 B: Was ist es denn?
25 S3: Toblerone.
26 S1: Ja.
27 B: Weißt du auch die Form?
28 S3: Ich glaub Dreieck.
29 B: Dreieckig. Hols mal raus. ..?..
30 S3: Uff, ich hatt Recht.
31 B: (hält Toblerone-Packung in der Hand) Guckt
32 euch mal die vo- Fläche hier vorne an.
33 S1: Was ist das? Was ist denn das?
34 S2: Sieht aus wie ne Pyramide, aber ..?..
35 S1: Was ist das denn? Was ist da drinne?
36 B: Schokolade.
37 S3: Ach, Prisma!
38 B: Prisma, super. Woher wusstest du, dass es ein
39 Prisma ist und nicht ne Pyramide?
40 S3: Weil das lä- länglich gezogen ist.

Platz für Notizen

- 41 S2: ..?..
 42 B: Mhm [zustimmend], ok.
 43 S1: Jetzt bin ich wieder (greift nach Kiste). [möchte
 44 in die Kiste greifen, um als nächster einen
 45 Gegenstand zu beschreiben/erraten]
 46 B: Nein, Stop ..?.. Du darfst dann auch gleich ..?..
 47 S4: (leise) Ich möchte auch mal.
 48 B: Hier vorne, guckt euch mal die Fläche an, was
 49 für ne Fläche is das?
 50 S1: Ah, ich weiß schon, was es ist (hat schon in die
 51 Kiste gegriffen und den nächsten Gegenstand
 52 ertastet).
 53 B: S2, weißt du, was für ne Fläche das ist?
 54 S2: Dreieck.
 55 B: Genau. Ist das [gemeint ist die gegenüberliegende
 56 Dreiecksfläche der Toblerone] auch ein
 57 Dreieck? S4 | ist das Dreieck hier vorne?
 58 S4: Ja? [unsicher, zögerlich]
 59 B: Mhm [zustimmend]. Was ist das hier? [gemeint
 60 ist die Seitenfläche der Toblerone] Auch
 61 Dreieck?
 62 S1: Nö.
 63 B: Was is das?
 64 S1/2: [gleichzeitig] Ne Fläche!
 65 B: Ja, klar, das ist ne Fläche, aber | was ist | ist es
 66 ein Viereck, ist ein Quadrat, ist ein Dreieck,
 67 ist ein Sechseck?
 68 S2: Vielleicht Rechteck?
 69 B: Mhm [zustimmend]. Genauso wie hier (nimmt
 70 einen Quader vom Tisch und hält ihn neben die
 71 Toblerone), nur dass die länger gezogen ist, ja?
 72 S2: Mhm. |
 73 B: Also | wer kann nochmal sagen, wie sieht son
 74 Prisma jetzt genau aus? (legt S4 die Toblerone-
 75 Packung hin) S4?
 76 S4: (will die Toblerone-Packung greifen, S1 schnappt
 77 sie weg)
 78 S1: Länger gezogenes Dreieck (spielt an der Tob-
 79 lerone-Packung herum).
 80 B: Ja - [zögerlich] |
 81 S3: Zwei gegenüberliegende Dreiecke, drei
 82 Rechtecke als Verbindung.
 83 B: Super, S3! Nenn Prisma besteht aus zwei ge-
 84 gegenüberliegenden Dreiecken und drei
 85 Rechtecken als Verbindung.
 86

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

Diagnose und Förderung im MU der Sek (M06/M12)
Wintersemester 16/17
Prof. Dr. Katja Lengnink

03.02.2017

Abschlussbefragung

1) Geben Sie hier bitte Ihren persönlichen Code an:

Die ersten beiden Buchstaben des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der Tag Ihres Geburtsdatums	Die ersten beiden Buchstaben Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
KE rstin AN na-Maria	07 .04.1992 31 .01.1991	FR ankfurt BA d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB

Bitte bearbeiten Sie die folgende Aufgabe und das Transkript in **Einzelarbeit**

Analysieren Sie das Transkript auf Seite 2 und 3. Notieren Sie, was Ihnen an der Bearbeitung der Aufgabe „Figuren fühlen“ auffällt.

Sie können dazu Ihre Notizen direkt am Transkript notieren und/oder die Rückseite des Transkriptes mit Verweisen auf Zeilennummern nutzen.

Notieren Sie bitte unten auf dem Transkript noch einmal Ihren Code.

Geben Sie dann Ihre Analyse zusammen mit dem Transkript ab.

Drei Schüler/innen der 5. Klasse sitzen im Rahmen einer Stationenarbeit gemeinsam an einem Tisch. Im vorangegangenen Unterricht wurden verschiedene zweidimensionale Figuren und deren Merkmale erarbeitet und auf Plakaten zusammengestellt. Auf dem Tisch liegen nun Fühlsäckchen, in denen jeweils eine ebene Pappfigur ist. Eine Lehrkraft sitzt bei den Schüler/innen. Die Kinder sind abwechselnd an der Reihe. Sie sollen die in den Säckchen befindlichen Pappfiguren erfühlen und ihren Mitschülern fachsprachlich beschreiben, damit sie sie benennen können. Ist die Figur aus Sicht des beschreibenden Kindes richtig benannt, wird die Pappfigur aus dem Säckchen gezogen und die Benennung überprüft.

Platz für Notizen

- 1 S1: Also, das ist wieder | wieder mal vier rechte Winkel.
 2 S2: Rechteck.
 3 S1: Ja. (Holt die Figur aus dem Säckchen, es ist ein
 4 Rechteck.)
 5 S2: (Greift in das nächste Säckchen, zu S1 gewandt)
 6 Em, em. Stellt dir vor, du hast ein Viereck.
 7 S3: Ja.
 8 S2: Und du verschiebst | so ein bisschen nach rechts
 9 und links (markiert mit den beiden Zeigefingern
 10 zwei gegenüberliegende Ecken und zieht sie
 11 schräg auseinander).
 12 S1: Eija, ein Parallelogramm.
 13 S2: Das ist dann so, so, so (fährt mit den Händen eine
 14 Figur auf dem Tisch ab).
 15 S3: Sieht so aus wie ..?..
 16 S1: Drache.
 17 S2: Nein.
 18 S1: Mist.
 19 S2: Mh, also ich mach mal | (steht auf und geht ans
 20 Fenster, an dem ein Plakat mit Figuren hängt, zeigt
 21 beim Erklären darauf).
 22 S2: Also du hast dieses Viereck (zeigt auf eine Raute).
 23 Und dann hast du diese Seite und die (zeigt auf
 24 zwei kürzere nebeneinanderliegende Seiten des
 25 Quadrats).
 26 S3: Ein Dreieck.
 27 S1: Ne Raute.
 28 S2: (Blickt fragend zu L) Äh Raute (Setzt sich wieder).
 29 S3: Em, ein Trapez?
 30 S2: (Holt die Figur aus dem Beutel) Oh, du hast doch
 31 Recht, ein Drachen.
 32 L: Was war denn nochmal der Unterschied zwischen
 33 einer Raute und einem Drachen?
 34 S3: Ich weiß es, ich weiß es! (steht auf und geht zum
 35 Plakat) Bei der Raute geht's so und beim Drachen
 36 so (fährt jeweils die Umrandung ab).
 37 S1: Also ich | also ich glaube zumindest | ich glaube,
 38 bei dem Drachen sind ja die Seiten nicht immer pa-
 39 rallel.
 40 S2: Ach genau, die Seiten sind länger als die Seiten
 41 (zeigt an der Figur jeweils auf zwei nebeneinander-
 42 liegende Seiten, erst auf die unteren beiden, dann
 43 auf die oberen beiden).

Platz für Notizen

- 44 L: So, was ist jetzt euer Ergebnis? Was habt ihr
 45 herausgefunden, was der Unterschied zwischen
 46 dem Drachen und der Raute ist?
 47 S2: Also bei der Raute sind alle Seiten gleich lang.
 48 S1: Ja und beim Drachen sind die zwei
 49 gegenüberliegenden gleich.
 50 S2: Und bei der Raute sind die auch immer parallel
 51 (zeigt am Drachen auf die gegenüberliegenden
 52 Seiten).
 53 L: Also jetzt nochmal für alle: bei der Raute sind alle
 54 Seiten gleich lang und bei dem Drachen sind je
 55 zwei Seiten nebeneinander gleich lang, also hier
 56 die und hier die (zeigt an der Pappfigur). Alle
 57 mitbekommen?
 58 S3: Ja, jetzt bin ich dran! (greift sich ein neues
 59 Säckchen) Mh, ich weiß nicht (blickt zu L).
 60 S1: Lass mich mal! (greift mit in das Säckchen, an S2
 61 gerichtet) Also, wenn du ein Dreieck verdoppelst.
 62 Was dann da rauskommt.
 63 S2: Hm |
 64 S1: Du hast, grad vorhin ham wir das gesagt.
 65 S2: Raute.
 66 S1: Ja (holt eine Raute aus dem Säckchen).
 67 S3: Aber guck mal, wenn das so liegt (dreht es von der
 68 Spitze auf eine Kante), dann sieht das aus wie ein
 69 Parallelogramm!
 70 L: Okay. Was meinen die anderen?
 71 S1: (überlegt kurz) Nein!
 72 L: Nein? Warum ist die Raute kein Parallelogramm?
 73 S1: Weil ...?.. Das wär ja hier länger als da (zeichnet
 74 Parallelogramm auf den Tisch und zeigt auf die
 75 anliegenden Seiten der gedachten Figur).
 76 L: Ist das denn so wichtig, wie lang die Seiten sind in
 77 einem Parallelogramm?
 78 S1: Ich glaub schon.
 79 L: Ehm, was ist denn das aller wichtigste beim
 80 Parallelogramm?
 81 S2: Dass die parallel sind.
 82 L: Dass die Seiten parallel sind, genau! [4s] Das ist es
 83 doch bei der Raute auch, oder? [7s] Vielleicht ist's
 84 einfach beides zusammen?
 85 S3: Es ist ein Rautenparallelogramm!
 86 S2: Rautenparallelogramm! (Lacht zusammen mit S1)
 87 L: Ja aber hört doch mal auf S3. Die Raute ist ein
 88 besonderes Parallelogramm und sie hat trotzdem
 89 die Eigenschaften von beidem.
 90 S2: Ok. Weiter? (Fühlt im nächsten Säckchen) Ah!
 91 Wenn man eine Raute hat, braucht man zwei
 92 Sachen.
 93 S1: Zwei Dreiecke?
 94 S2: (Holt Dreieck aus dem Säckchen, freut sich)
 95 S1: Check, voll das Team! (klatscht S2 ab)

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--

m/w

L2/L3

3

Anhang F – Interviewfragebogen und Interviewleitfaden

Fragen zum Erleben von Veranstaltungen mit Videoanalyse



Liebe Studierenden,

im Folgenden finden Sie einige Aussagen, die Sie anregen sollen, über Ihr Erleben von Veranstaltungen der Mathematikdidaktik (M06/12) und/oder der Physikdidaktik (D02-1) nachzudenken, in denen Videoanalysen einen Schwerpunkt gebildet haben. Bitte geben Sie eine ehrliche Einschätzung ab!

Alle Angaben sind freiwillig. Falls manche Fragen Ihnen Unbehagen bereiten, lassen Sie diese einfach aus. Falls Sie nicht möchten, dass Ihr Fragebogen ausgewertet wird, verzichten Sie auf die Angabe Ihres Codes.

Die <u>ersten beiden</u> Buchstaben des ersten Vornamens Ihrer Mutter K E rstin A N na-Maria	Der <u>Tag</u> Ihres Geburtsdatums 0 7 .04.1992 3 1 .01.1991	Die <u>ersten beiden</u> Buchstaben Ihres Geburtsortes E B anfurt B A d Homburg	Geschlecht Zutreffendes bitte ankreuzen <input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich	Lehramt Zutreffendes bitte an- kreuzen <input type="checkbox"/> L2/L5 <input type="checkbox"/> L3/BBB
Ich habe in Physikdidaktik D02-1 besucht?			<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Ich habe in Physikdidaktik D04 (Fachpraktikum) besucht?			<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein

Relevanz		Trifft nicht zu	Trifft eher nicht zu	Trifft eher zu	Trifft zu	Kann ich nicht beur- teilen
R1	Die Thematik des Diagnostizierens halte ich mit Blick auf mein späteres Berufsleben für besonders relevant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
R2a	Die mathematikdidaktische Veranstaltung (M06/12) vermittelt mir konkrete Anregungen, wie Diagnostik im Schulalltag umsetzbar ist.	<input type="checkbox"/>				
R2b	Die physikdidaktische Veranstaltung (D02-1) vermittelt mir konkrete Anregungen, wie Diagnostik im Schulalltag umsetzbar ist.	<input type="checkbox"/>				
R3a	Die in M06/12 behandelten Inhalte sind für meine spätere Tätigkeit nützlicher als die übrigen Studieninhalte aus der Mathematikdidaktik.	<input type="checkbox"/>				
R3b	Die in D02-1 behandelten Inhalte sind für meine spätere Tätigkeit nützlicher als die übrigen Studieninhalte aus der Physikdidaktik.	<input type="checkbox"/>				
R4a	Die Analyse meines eigenen Unterrichts ist mir wichtiger als die Analyse fremden Unterrichts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
R4b	Es ist wichtiger, Unterricht selbst zu entwickeln, als bestehenden Unterricht zu analysieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
R5	Für die Auseinandersetzung mit dem Lernen der SuS ist die Arbeit mit Videos und Transkripten von Lehr-/Lernsituationen besonders sinnvoll.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
R6	Die detaillierten Analysen von Videos und Transkripten haben mich meinem Ziel, eine kompetente Lehrkraft zu sein, deutlich näher gebracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



Projekt 4DiF
Prof. Dr. Katja Lengnink, Prof. Dr. Claudia v. Aufschnaiter, Ann-Kathrin Beretz

Code:

--	--	--	--	--	--	--	--

m/w L2/L3

Trifft nicht
zu

Trifft eher
nicht zu

Trifft eher
zu

Trifft zu

Beteiligung und Lernen

B1	Ich lerne mehr aus Lehr-/Lernprozessen, die von mir geplant und durchgeführt wurden, als aus aufgezeichneten Situationen zu bereits vorhandenen Materialien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2	Ich lerne mehr bei der Diagnostik von Videos bzw. Transkripten, in denen eine Lehrkraft (ggf. ich selbst) beteiligt ist, als an Sequenzen ohne Lehrkraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3	Wenn eine Lehrkraft auf den Videos zu sehen ist, denke ich automatisch mehr über das Lernen der SuS nach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	Die Arbeit mit Videos und Transkripten finde ich zu aufwändig, die Analyse von Schülerprodukten (z. B. dokumentierte Aufgabenlösungen) reicht in der Regel aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B5	Beim Diagnostizieren von Lehr-/Lernprozessen ist ein Transkript als Grundlage ausreichend, ein Video liefert im Vergleich keinen größeren Erkenntnisgewinn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B6	Die Verwendung von Kriterien bei der Analyse hilft mir, Lehr-/Lernprozesse besser zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B7	Bei Diskussion von Unterrichtsanalysen in einer Gruppe fühle ich mich wohl.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B8	Die Analyse meines eigenen Unterrichts in einer Gruppe mit anderen Studierenden ist für mich eine Bereicherung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schwierigkeiten

S1	Mir ist es sehr schwer gefallen, anhand von Videos und/oder Transkripten Diagnostik zu betreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S2	Es fällt mir sehr schwer, die aus der Diagnostik (inkl. Analyse von Schülervorstellungen) gewonnenen Erkenntnisse in die Planung von Unterricht bzw. eine Förderung einfließen zu lassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S3	Das Analysieren einer Situation ohne Lehrkraft fällt mir leichter als mit Anwesenheit einer Lehrkraft.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S4	Es fällt mir leichter, Lehr-/Lernprozesse zu analysieren, an denen ich als Lehrkraft beteiligt war, als Prozesse ohne meine Beteiligung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentare oder Ergänzungen, z. B.

Was haben Sie besonders (un)wichtig gefunden? Zu welchen Aspekten haben Sie besonders viel Neues gelernt? Was ist Ihnen leicht/schwer gefallen?

Interviewleitfaden – Umgang mit Aussagen

Die Interviews sollen dazu dienen, das veranstaltungsbezogene Erleben der Studierenden in Bezug auf D02-1 bzw. M06/12 zu erfassen. Ein besonderes Interesse besteht dabei an der kontrastierenden Einschätzung derjenigen Studierenden, die beide Veranstaltungen im Längsschnitt besucht haben. Zur Erinnerung an die Inhalte der Veranstaltung und zur Strukturierung des Interviews erhalten die Studierenden einen Fragebogen, der ihnen bei der Verbalisierung ihrer Eindrücke helfen soll.

Um einen detaillierten und aufrichtigen Einblick in das Erleben der Studierenden bzgl. der Veranstaltungen zu bekommen, gilt es an dieser Stelle, einige allgemeine Handlungsanweisungen zu beachten. Sie zielen in erster Linie darauf ab, den Studierenden zu vermitteln, dass wir an einer ehrlichen Einschätzung interessiert sind, die nicht bewertet wird oder mit ihrer persönlichen Leistung in Verbindung gebracht wird, sondern vielmehr zur Evaluation der Veranstaltung in Bezug auf Beteiligung, Relevanz und Schwierigkeiten genutzt werden soll. Dementsprechend ist es wichtig, die Studierenden mit „interessierter Naivität“ zurückhaltend dazu zu bringen, ihre persönlichen Erfahrungen und Einschätzungen zu beschreiben und wann immer möglich und sinnvoll, Begründungen einzufordern, falls sie dies nicht schon von selbst tun.

- Sprechpausen bis 15 Sekunden kommentarlos ausgehen!
- Feedback beschränken auf eine realistische Anzahl von zustimmenden Bemerkungen („Mhm“, „Ja“, „Aha“ usw.)
- Wenn die Person etwas ausführt, dann nur unterbrechen, wenn die Ausführungen vom Thema abweichen oder sich wiederholen.
 - „Können wir nochmal auf den Punkt XY zurückkommen? Sie haben diesbezüglich geäußert,...“
 - „Gehen wir über zum nächsten Schwerpunkt...“
- Zur Überleitung/zum Abschluss eines Aspektes eher neutrale Redewendungen verwenden. Nicht nur positive. Das vermittelt leicht einen künstlichen Eindruck.
- Wenn die Person eine Behauptung aufstellt, diese aber nicht begründet, dann nach der Begründung fragen.
 - „Können Sie das begründen?“
 - „Woran machen Sie das fest?“
 - „Können Sie das anhand eines Beispiels konkretisieren?“
 - „Woran sehen Sie das?“
- Wenn die Person ins Stocken gerät oder nur sehr knapp auf Fragen antwortet.
 - „Können Sie das ausführen?“
 - „Fallen Ihnen noch andere passende Aspekte ein?“
- Falls ein Interviewpartner eine Frage scheinbar falsch verstanden hat, nicht negativ oder ablehnend reagieren.
 - „Können Sie nochmal genauer erklären, wie Sie die Frage verstanden haben?“
 - „Danke für diese interessante Sichtweise.“
- Kein „Lehrerecho“

Interviewleitfaden – Ablauf (Schwarzer Text dient der Strukturierung, grauer Text beinhaltet vorformulierte Abschnitte)

Begrüßung [5 min]

Motivation für Studierende

- „Ich begrüße Sie ganz herzlich und freue mich, dass Sie sich zu diesem Interview bereit erklärt haben. In den nächsten 60 Minuten möchte ich Ihnen die Möglichkeit geben, nochmal strukturiert über die von meinem Projekt in den Blick genommenen Veranstaltungen M06/12 und D02-1 nachzudenken. Es geht also darum, dass Sie mit meiner Unterstützung Ihr Erleben im Kontext der Veranstaltung und die Relevanz der Thematik für Ihr späteres Berufsleben beurteilen.“

Aufnahme „verkaufen“

- „Ich würde das Interview gerne aufzeichnen, in erster Linie, um es in die Evaluation (und Optimierung) der Veranstaltung einfließen zu lassen. Dazu läuft die Kamera bereits. Damit reihen sich die Interviewdaten, die hier entstehen, in die Einverständniserklärung ein, die Sie mir bereits ausgefüllt haben und ich verfare mit ihnen entsprechend Ihrer Angabe zu den Videos. Es gilt also weiterhin, dass CVA und KL nicht unmittelbar mit Ihren Daten in Kontakt kommen und Sie die Aufnahmen weiterhin jederzeit löschen lassen können. Sind Sie vor diesem Hintergrund alle mit der Videoaufnahme einverstanden?“
- Falls Nein: „Sind Sie mit nur einer Audioaufnahme einverstanden?“ → Kamera wegrehen, um nur Audiospur aufzunehmen
- Falls ebenfalls Nein zu Audioaufnahme: Ausschluss aus dem Interview, Ersatzleistung (Ausfüllen des Fragebogens)

Gelegenheit zu Nachfragen, Sonstiges

- „Haben Sie noch grundlegende Fragen, die Sie zu Beginn stellen möchten?“
- „Das Wasser und die Kekse stehen für Sie bereit, bedienen Sie sich gerne!“

Code

- „Dann würde ich Sie jetzt als allererstes wie üblich bitten, nacheinander Ihren Code anzusagen. Die Anleitung zu dessen Generierung finden Sie auf dem Blatt vor sich.“

Reaktivierung der Veranstaltungen [5 min]

Erinnerung an die Inhalte

- „Bevor Sie endgültig zum Zug kommen, möchte ich Sie nochmal kurz an die wesentlichen Bestandteile und Inhalte des Seminars erinnern: Zu Beginn haben Sie sich sowohl theorie- als auch praxisorientiert anhand von Schülerbearbeitungen und Videos mit Heterogenität, Diagnostik und Förderung auseinander gesetzt. Vor dem Hintergrund einer eigenen Ausgangslagendiagnostik haben Sie dann eine Unterrichtseinheit zur Stochastik entwickelt, diese erfolgreich durchgeführt und abschließend mithilfe von Videoausschnitten gemeinsam analysiert und reflektiert.“
- „Bei denjenigen von Ihnen, die Physik als (ein) weiteres Fach haben, besteht meinerseits zusätzlich ein besonderes Interesse an Ihrer Wahrnehmung von M06/12 und D02-1 im Kontrast. Auch hier nochmal zur Erinnerung: D02-1 zielt darauf ab, Sie auf die eigenständige, gezielt lernerorientierte Strukturierung von Unterricht vorzubereiten. Dazu haben Sie systematisch fachliche Inhalte aufbereitet und sich in Form von Video- und Transkriptanalysen mit den Antworten und Aktivitäten der SuS auseinandergesetzt. Sie haben sich also auch da mit Diagnostik beschäftigt sowie verschiedene Arten der Diagnostik und Kriterien zur Analyse kennengelernt. Der wesentliche Kontrast zu M06/12 ergibt sich in Bezug auf den Fokus auf den Material. Während in Physik bereits vorhandenes Unterrichtsmaterial und überwiegend Unterrichtsausschnitte ohne Anwesenheit einer Lehrkraft betrachtet wurden, standen in Mathematik Ihr Unterrichtsentwurf und Ihr eigenes Lehrerhandeln im Vordergrund.“

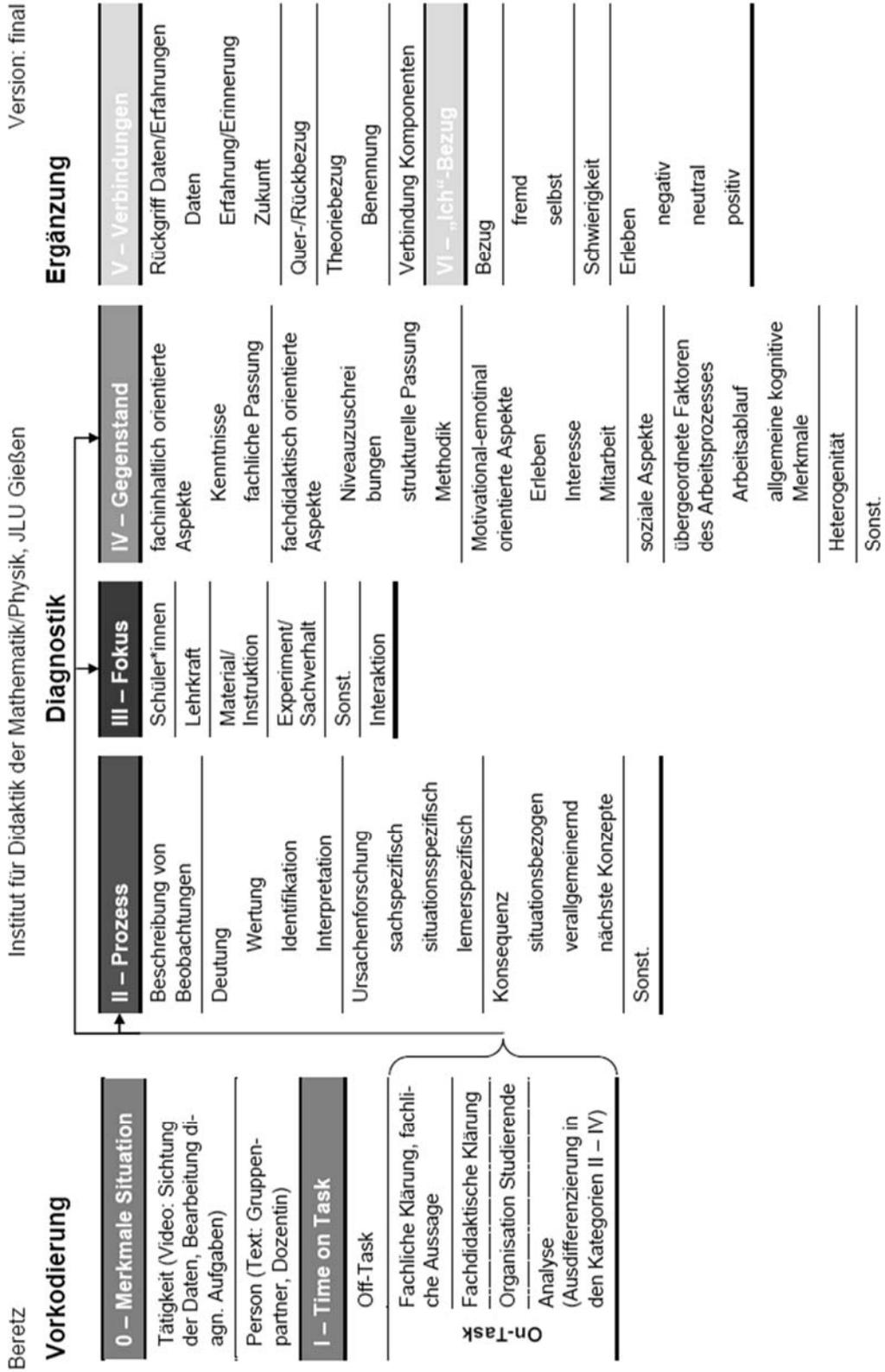
<p>Fragebogen [15 min] <u>Vorgehensweise vermitteln</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • „Vor diesem Hintergrund möchte ich nun mit Ihnen in das eigentliche Gespräch einsteigen. Vor sich finden Sie einen kurzen Fragebogen, der Ihnen dabei helfen soll, Ihre veranstaltungsbezogenen Rückmeldungen in Bezug auf Relevanz, Beteiligung und Schwierigkeiten zu strukturieren. Sie haben nun 15 Minuten Zeit für dessen Bearbeitung, um sich darin individuell Notizen zu machen und untereinander auszutauschen. Danach besprechen wir die wesentlichen, Ihnen wichtigen Punkte.“
<p>Gruppendiskussion [30 min] <u>Einleitungsfrage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • „Mit welchem Aspekt/weicher Fragengruppe würden Sie gerne beginnen?“ <p><u>Bezüge herstellen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • „Sie haben soeben in Bezug auf Frage ... geäußert, dass Wie steht dies für Sie in Zusammenhang mit Frage ...?“ <p><u>Konkrete Nachfragen</u></p> <p>Relevanz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Halten Sie es persönlich für relevant, sich als (angehende) Lehrkraft mit Heterogenität, Diagnostik und Förderung auseinanderzusetzen. Bitte begründen Sie ihre Einschätzung.“ • „Welche Inhalte der Veranstaltungen finden Sie relevant, welche eher nicht relevant?“ • „Für die von Ihnen genannten Aspekte hoher Relevanz: Wo sehen Sie besondere Anwendungsbereiche im Rahmen Ihrer späteren Tätigkeit als Lehrkraft?“ • „Für die von Ihnen genannten Aspekte niedriger Relevanz: Wieso sind diese Aspekte/Inhalte für Sie eher irrelevant? Was wäre Ihnen stattdessen wichtiger gewesen?“ <p>Beteiligung und Lernen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Wie haben Sie Ihre Beteiligung bzw. Ihre Rolle in der Veranstaltung wahrgenommen?“ • „Welche Arbeitsmaterialien (Unterrichtsmaterial, Transkripte, Videos) waren Ihrer Meinung nach am besten geeignet, um für Sie einen Zugang zur Diagnostik zu entwickeln? Wieso?“ • „Sie haben im Rahmen der Veranstaltung gemeinsam sowohl den eigenen, als auch „fremden“ Unterricht analysiert/bewertet. Inwiefern hat dies für Sie in Bezug auf Ihre Beteiligung an der betrachteten Szene emotional einen Unterschied gemacht?“ • „Wie haben Sie sich selbst als Teil einer Erhebung gefühlt?“ <p>Schwierigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Was hat Ihnen im Rahmen der Veranstaltung am meisten Schwierigkeiten bereitet? Haben Sie eine Idee, woran das gelegen haben könnte?“ • „Macht es aus Ihrer Sicht einen Unterschied, ob Sie bei der Analyse eines Lernprozesses ein Transkript, ein Video oder beides zur Verfügung haben? Worin bestehen Ihrer Meinung nach (ggf. jeweils) Schwierigkeiten?“

<ul style="list-style-type: none"> • „Können Sie Ihre eben genannte Einschätzung auch irgendwie begründen, oder ist es mehr so ein intuitives Gefühl?“ • „Woran lag es Ihrer Meinung nach, dass Sie ... nicht gut verstanden haben?“ • „Sie haben jetzt überwiegend positive/negative Aspekte zu ... genannt. Gab es für Sie auch etwas gegenteiliges, das in diesem Zusammenhang noch zu erwähnen wäre?“ • bei insgesamt negativer Grundhaltung: „Würden Sie sagen, dass Sie die Veranstaltung als so anstrengend und aufreibend erlebt haben, lag an der allgemein hohen Belastung im Laufe des Semesters, an den Inhalten und Anforderungen des Seminars oder an nicht-universitären Umständen?“ • bei Studierenden mit der Fächerkombination Mathe/Physik: „Wo sehen Sie Parallelen zwischen M06/12 und D02-1, worin sehen Sie (unter Umständen) gegenseitige Ergänzungen? Bilden die beiden Veranstaltungen für Sie ein stimmiges Gesamtkonzept?“, „Wie fällt bei Ihnen die kontrastierende Bilanz aus, welche der beiden Veranstaltungen war für Sie ertragreicher?“
<p>Schluss [5 min]</p> <p>Abschlussfrage</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Möchten Sie vor dem Interviewabschluss noch auf einen bisher nicht diskutierten Aspekt eingehen, etwas äußern, das bisher zu kurz gekommen ist oder Fragebogen nicht thematisiert wird?“ <p>Rückfragen</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Haben Sie noch Fragen oder Anmerkungen?“ <p>Einverständnis</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Möchten Sie an Ihrer Einverständniserklärung in Bezug auf das Interview etwas ändern?“ <p>Bedanken</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Vielen Dank, dass Sie sich zu diesem Interview bereit erklärt haben. Für mich war es sehr aufschlussreich. Sie haben uns mit Ihrer Teilnahme und Bereitschaft sehr viele wertvolle Einblicke in Ihren Lernprozess ermöglicht. Als kleines Dankeschön habe ich Ihnen ... mitgebracht. Ich wünsche Ihnen weiterhin alles Gute für Ihr Studium.“

Anhang G – Transkriptionsleitfaden

Zeichen	Bedeutung/Regel	Beispiel
#hh:mm:ss-m#	Zeitmarken („Enter“) - sind bei jedem Sprecherwechsel/-beginn zu setzen - können regelmäßig (~ 10s) auch ohne Sprecherwechsel ergänzt werden	-
	kurze Pausen (ca. 1-3s)	S1: Ich denke, dass hier nichts passiert.
Xs	längere Pausen (ab 4s) → Angabe der Länge durch Abzählen oder mithilfe von (leeren) Zeitmarken zu Beginn/am Ende der Pause	#00:17:32-2#S1: So flott kann's weitergehen! #00:17:35-1# 5s #00:17:40-3#S2: Aufgabe 3.
S1:	Äußerung von S1	S1: Das ist eine Kraft.
..?..	Aussage/Wort beim Transkribieren nicht verstanden	S1: Das ist doch ein ..?..
{xxx}	vermutete Äußerung (falls nicht eindeutig verständlich)	S1: Das war die {Geschwindigkeit}.
(xxx)	Handlungsbeschreibungen, Geräusche und Beobachtungen (nicht verbal, allerdings Hervorhebung von lautem/lachendem Sprechen)	S1: Ich mach das. (stellt Kiste auf Tisch) Also. (S2 misst) S2: (schreit) Ich hab' si! (jubelt)
[xxx]	Kommentare zum Transkript, z. B. - Deutungen - Ansprechen einer bestimmten Person	S1: Das ist ja einfach. [möglicherweise Ironie] S1: Mhm. [zustimmend] oder S1: Ne. [ablehnend] S1: Kannst du [Tina] mir den Stift geben?
„Xxx“	vorgelesener Text	S1: Ich lese. „Baut nun den Versuch auf.“
.	Satzzeichen	S1: Ne. [ablehnend] Die a) ist falsch definitiv falsch!
!	- sind entsprechend der Intonation/Sprechmelodie bewusst zu setzen - Kurzwörter wie z. B. „ne“ sind auf ihre Bedeutung hin zu prüfen und mit dem entsprechenden Satzzeichen oder [xxx] zu ergänzen	S2: Das ist richtig, ne? [nach Zustimmung fragend]
?		S1: Ich kann- S2: Mach du das!
-	Unterbrechung eines Satzes (Satzzeichen bewusst weglassen)	S1: Also ich <würde ja sagen> S2: <Das ist glaub' ich> <<wärmer.>> S1: <<Wenn du>> das sagst.
<Xxx>	Überlappung; paralleler Sprech-/Handlungsverlauf. Text in Vergleichszeichen überlappt bei beiden Sprechern. Bei mehreren Überlappung wird das Zeichen zur Unterscheidbarkeit gedoppelt	S1: Ich denke, das ist >S2: Kälter!< genauso warm.
<S2: Xxx>	Einwurf in eine Aussage (der sprechenden Person), die diese nicht dauerhaft unterbricht – max. ~3 Wörter, sonst Sprecherwechsel	S1: Das wird da /immer so sein. S1: Das gilt da_ann immer?
/Xxx	Betonung eines Wortes, deutliche Hebung der Stimme	S1: Wir sollen das Massestück mit einem Kilo anhängen. (hängt es an) Die Kraft ist dann zehn Newton.
nei_in	Dehnung eines Wortes an der mit „_“ markierten Stelle	S2: (misst) Um 2,5 cm hat sich die Feder gedehnt. Wenn wir das einsetzen, bekommen wir (schreibt) D=10N/2,5cm=4 N/cm.
	Zahlwörter und Einheiten werden ausgeschrieben Ziffern als Ausnahmen: Rechnungen und Aufzählung von Messwerten	

Anhang H – Kategoriensystem



Anhang I – Kodiermanual

Beretz

Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen

Version: final

Kodiermanual zur Auswertung von schriftlichen und videografierten Diagnoseprozessen

Die Grundstruktur des Kodiermanuals (Beschreibung; Indikatoren; Beispiele) basiert auf Arbeiten der Arbeitsgruppe von Aufschmaier, JLU Gießen (Hofmann, 2015; Steckenmesser-Sander, 2015) und ist zum Teil in enger Zusammenarbeit mit einem Projekt zu Reflexionsprozessen von Studierenden des Physiklehramtes entstanden (vgl. Kost, 2020).

Mit diesem Kodiermanual werden die schriftlichen und videografierten Diagnoseprozesse der Studierenden ausgewertet. Dabei gliedert sich das Manual in sieben Kategorien (Merkmale der Situation, Time-on-Task, Prozess des Analysierens, Fokus der Analyse, Gegenstand der Analyse, Verbindung zu Daten/Vorerfahrungen/Konzepten und „Ich“-Bezug der Studierenden). Dabei ist die Kodiereinheit für die verschiedenen Kategorien z. T. sehr unterschiedlich: Die Vorkodierungen der Kategorien 0 und I umfassen Zeitspannen, deren Grenzen im Manual operationalisiert werden, die Codes der Kategorien II bis IV umfassen Halbsätze bis zu zwei inhaltlich miteinander verbundene Sätze. Die jeweilige Ausdifferenzierung der Kodiereinheit kann im Detail den nachfolgenden Codeirregeln entnommen werden.

Kodierablauf

Die Kodierung wird in einer bestimmten Reihenfolge vorgenommen, da die Kodierungen bestimmter Kategorien die Grundlage für nachfolgende sind:

- Zuerst wird die Struktur der Situation mithilfe einer Art Vorkodierung (Kategorie 0 und Kategorie I) erfasst, um die zur weiteren Auswertung relevanten Abschnitte zu identifizieren.
- In den relevanten Abschnitten werden die Prozessschritte, der Fokus und der Gegenstand als inhaltlich auf die Diagnostik bezogene Kategorien jeweils parallel kodiert (Kategorie II, III und IV).
- Ergänzend werden abschließend in den relevanten Abschnitten die Stellen kodiert, die entweder eine Verbindung zu Daten, Vorerfahrungen oder Konzepten aufweisen (Kategorie V) oder einen „Ich“-Bezug der Studierenden enthalten (Kategorie VI).

Kategorie 0: Merkmale der Situation

Die Codes beschreiben den strukturellen Ablauf der Lehrveranstaltungssitzung und kommen nur im Rahmen der videograferten Diagnoseprozesse zur Anwendung. Sie werden im Rahmen einer Vorkodierung vorauslaufend kodiert (extra Durchlauf!).

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Regeln
Tätigkeit [am Video]	Diese Codes erfassen die Abschnitte, in denen die Studierenden im Rahmen der Videoanalyse tätig sind. Sie dienen im Video lediglich der Identifizierung relevanter Abschnitte.	a) Sichtung der Daten: Die Studierenden schauen eine Videosequenz an oder lesen ein Transkript.	Der Beginn des Codes wird gesetzt, wenn die Studierenden die Kopfhörer aufgesetzt haben und das Video durch einen Doppelklick mit der Maus oder der Leertaste starten bzw. in diesem Zusammenhang in das Lesen des Transkripts vertieft sind. Das Ende des Codes wird durch das Absetzen der Kopfhörer oder den Einstieg in die Diskussion der diagnostischen Aufgabe markiert.
Person [am Transkript]	Diese Codes erfassen im Transkript die Beiträge derjenigen Personen, die nicht Gegenstand der aktuellen Kodierung sind (erfolgt personenweise in separaten Dokumenten). Sie dienen der Übersichtlichkeit und erfüllen eine Kontrollfunktion, mit der am Ende optisch geprüft werden kann, ob das Transkript vollständig kodiert wurde.	b) Bearbeitung diagnostischer Aufgaben: Die Studierenden diskutieren eine Videosequenz. [weiter mit Time on Task]	Der Beginn des Codes wird gesetzt, wenn die Studierenden nach der Sichtung der Daten beginnen, über die Videosequenz und den diagnostischen Arbeitsauftrag dazu zu sprechen. Das Ende des Codes wird durch eine globale Ansage der Dozentin markiert, in der sie sinngemäß die Bearbeitungsphase „abbricht“.
		a) Gruppenpartner: Der/die Gruppenpartnerin oder andere Kommilitonen äußern sich verbal.	
		b) Dozentinnen: Eine der Dozentinnen äußert sich im Gespräch mit den Studierenden oder im Rahmen einer globalen Ansage.	

Beretz

Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen

Version: final

Kategorie I: Time on Task

Diese Codes kommen ebenfalls nur im Rahmen der videograferten Diagnoseprozesse zur Anwendung und werden vorauslaufend und durchgehend am Video kodiert. Treten die Codes Off-Task, Orga Stu, FK oder FDK zusätzlich nochmal im Transkript auf, auch dort kodieren (außer Analyse, da weitere Ausdifferenzierung in Kategorie II-IV). Jedes Zeitsegment, dem nicht explizit Off-Task zugewiesen wird, gilt automatisch als On-Task!

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende...	Beispiele
Off-Task	Alle nonverbalen Aktivitäten und/oder verbalen Beiträge, die mit großer Wahrscheinlichkeit nicht im Zusammenhang mit dem aktuellen Arbeitsauftrag stehen.	<p>a) ...redet über private bzw. nicht auf die Lehrveranstaltung, den Unterricht oder die Physik/Mathematik bezogene Dinge.</p> <p>b) ...nutzt den PC für nicht auf den Arbeitsauftrag bezogene Aktivitäten.</p> <p>c) ...geht nicht auf die Lehrveranstaltung bzw. den Unterricht bezogenen Aktivitäten nach.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ich fahre gleich mit dem Auto rüber, gell. Ich habe danach aus! • Hast du den Vortrag gemacht? • Stöbern in Ordnern, schauen andere Videos; Nutzen andere Programme • Schauen auf ihr Handy • Verlassen den Platz
Orga Stu	Beiträge, die sich auf die Aushandlung des Arbeitsauftrages beziehen.	<p>a) ...organisiert die Arbeitsabläufe sowie den Umgang mit den Videos und klärt die Anforderungen des Arbeitsauftrages auf einer organisatorischen Ebene mit dem Gruppenpartner oder den Dozentinnen.</p> <p>b) Vorlesen: ...hat den Blick auf das Material gerichtet und liest den dort vorgegeben Text laut vor. (im Transkript meistens durch „[...]“ gekennzeichnet)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stu1: Mir ist jetzt noch nicht ganz klar, was wir da alles noch hinschreiben sollen. (Drehen sich zur Tafel) • Stu2: "Kriterien aus Lehrveranstaltung und gegebenenfalls D01". Ja gut, machen wir weiter, oder? • Ja. Es geht doch hauptsächlich um diese Frage da (zeigt auf ihr AB), oder? Aber sonst nichts (macht eine Notiz), oder?
Analyse:	Alle Beiträge, die sich konkret auf die Analyse eines Lehr-/Lernprozesses beziehen [Wird nicht explizit kodiert, sondern in Kategorie II-IV ausdifferenziert].		
FK	Beiträge, die eine fachliche Klärung des Sachverhalts durch die Studierenden für sich selbst beinhalten. [Keine Weitere Differenzierung in 2-4]	<p>...äußert, diskutiert oder fragt nach dem fachlichen Zusammenhang/Hintergrund des behandelten Sachverhaltes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stu1: Und wovon hängt es jetzt in Wirklichkeit ab? • S2: Ja von der Länge vom – [...] Ist wirklich übrigens von der Masse abhängig.
FDK	Beiträge, die eine fachdidaktische Klärung seitens der Studierenden beinhalten. [Keine weitere Differenzierung in 2-4]	<p>...äußert, diskutiert oder fragt nach der Bedeutung eines fachdidaktischen Konzeptes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, weil 'intuitiv' ist sowas wie vermuten oder wenn du intuitiv irgendwie irgendwas erläuterst, also wenn du quasi eine Ahnung von irgendetwas hast und aber das noch nicht verallgemeinern kannst. Und 'explizit' ist, wenn du es quasi verallgemeinern kannst und astrein in so eine hübsche Regel formulieren kannst.

Anmerkungen: Bei uneindeutigen Übergängen Codes parallel kodieren.

Kategorie II: Prozess des Analysierens

Die Codes der Kategorie 2 beschreiben die Struktur der Analyse im Hinblick auf vorab als zentral identifizierte Komponenten und kategorisieren, was die Studierenden im Rahmen ihrer Analyse tun (welche Situationen die Studierenden erinnern bzw. nutzen und inwiefern sie deuten, nach Ursachen suchen oder Konsequenzen ableiten). Dabei liegt der Anordnung keine Stufung oder Linearität zugrunde. Die Kodierungsgröße liegt bei Halbsätzen bis zu zwei Sätzen, wenn eine deutlich erkennbare inhaltliche Verbindung besteht. Zustimmung/zustimmende Wiederholungen wie „Ja“, „Mhm“, „Ok“ werden nicht kodiert. Beiträge mit kurzer Unterbrechung (<3s) aber erkennbarem Zusammenhang werden als eine Aussage kodieren. Nicht zuweisbare Beiträge werden als Sonstiges kodieren. Ist die Zuweisung nicht eindeutig möglich, werden die vermuteten Codes parallel vergeben. Sofern eine Zuordnung in der untersten Stufe nicht möglich ist, wird die Oberkategorie kodieren.

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende...	Beispiele
Beschreibung	Aussagen, die das Geschehen des Lehr-/Lernprozesses deutungsfrei schildern und dabei intersubjektiv überprüfbar (d.h. frei von interpretativen Anteilen) sind. Wiedergabe von Aussagen Dritter.	<p>a) ...beschreibt/verweist auf ein Ereignis aus dem vorliegenden Datenmaterial.</p> <p>b) ...beschreibt/verweist auf ein Ereignis aus der Erinnerung.</p> <p>c) ...gibt einzelne Aussagen anderer wieder.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das sagen sie ungefähr 10 Mal. • Die waren alle ruhig. Das sieht man auch hier. (Zeigt auf Transkript.) • Das ist in der Stunde davor passiert. • Sind das nicht die, die auch das Ding fast umschmeißen und dann das Gefährt nach hinten schleudern? • Und hier sagt er "Solange er keinen Berg runter fährt, muss die Rakete beschleunigen, den Antrieb."
Deutung	Wertung Kommentar zur Qualität/Angemessenheit eines Ereignisses ohne weitere Erläuterung.	<p>a) ...schreibt einem Ereignis Adjektive/Nomen zu, die über eine Beschreibung hinausgehen.</p> <p>b) ...bewertet ein Ereignis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Michaela hat da eine schlaue Antwort gegeben. • Das ist falsch! • Also ich habe das als positiv eingeordnet, weil ich aus der Stunde der Meinung war, dass sich relativ viele Schüler einmal im Unterrichtsgespräch beteiligt haben. • S2 nutzt das passende Konzept (3. NA) und findet die richtige Lösung. • Dann habe ich halt, dass in der Ausformulierung wichtige Punkte fehlen, so-was wie, Wird über die Gleichgewichtslage hinaus gedehnt.
	Identifikation Bewertung eines Ereignisses inkl. expliziter Benennung des Qualitätskriteriums.	<p>a) ...verweist auf positive/angemessene bzw. negative/unangemessene Ereignisse und benennt diese explizit.</p> <p>b) ...benennt fehlende Vorstellungen.</p>	

<p>Beretz</p>	<p>Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen</p>	<p>Version: final</p>
<p>Deutung</p>	<p>a) ...nimmt eine subjektive Einschätzung der Lehr-/Lernsituation vor bzw. füllt ein Ereignis (o. A.) mit Bedeutung. Er/sie arbeitet damit eine inhaltliche Ausprägung des betrachteten Merkmal heraus, ohne eine qualitative Bewertung vorzunehmen.</p> <p>Interpretation Kontextbezogene Einschätzung des Geschehens ohne Bewertung oder Extrapolation im Sinne einer Vermutung/Vorhersage.</p> <p>b) ...äußert eine Vermutung oder Vorhersage für zukünftiges Verhalten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Und deswegen würde ich schon sagen, dass viele Schülerinnen und Schüler häufig am Unterricht beteiligt waren. Also auch vor allem kognitiv. Nicht irgendwie arbeitstherapiemäßig irgendwas, sondern wirklich jeder hat etwas gemacht. • Die Frage ist halt, beim ersten Mal werden sie es machen, beim zweiten Mal naja, beim dritten Mal ist halt die Gefahr, dass das so wie hier läuft, dass die vermuten und denken, ja, sie wissen es schon, I dann das aber wenig selbst überprüfen. • Dann haben es auch alle gesehen und es gibt auch im Nachhinein nicht diesen Zirkus mit, em, 'Ja aber das war doch so!'
<p>Ursachenforschung</p> <p>Angabe von Erklärungen und Begründungen für die Beobachtungen und Deutungen; Vermutungen darüber, warum etwas passiert sein könnte.</p>	<p>sachspezifisch: ...erklärt ein Ereignis unter Rückgriff auf Regeln und/oder Fakten, die den Sachverhalt betreffen (z. B. SuS-Vorstellungen, Erfahrungsbezug, Anforderungsniveau).</p> <p>situationspezifisch: ...erklärt ein Ereignis durch andere Ereignisse in der konkreten Situation (z. B. Passung Lernangebot, Formulierungen/Beispiele in der Aufgabe, soziale Rahmenbedingungen).</p> <p>lernalterspezifisch: ...erklärt ein Ereignis mithilfe individueller Merkmale der SuS (z. B. kogn. Fähigkeiten, mot./vol. Bereitschaften, häusliche/kulturelle/soziale Situation).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das ist eine typische Fehlvorstellung, da es sich um ein modellbasiertes Konzept handelt. • [...] und einmal liegt es auch an der schwammigen Formulierung des Lehrers. • [...] da können wir auch sagen, dass, äh, wir hatten ja auch bei den Schüler- vorstellungen, dass, em, höhere Geschwindigkeiten direkt als Beschleunigung gesehen werden.

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
<p>Beschreibung eines möglichen, an den untersuchten Lehr-/Lernprozess und die darin diagnostizierten Merkmale anknüpfendes Vorgehen, Ableitung einer Regel/Alternativen für zukünftiges Verhalten.</p>	<p>situationsbezogen: ... gibt konkrete Alternativen zum beschriebenen Vorgehen an.</p>	<ul style="list-style-type: none"> [...] dass das vielleicht über eine genauere Anleitung durch die Arbeitsblätter besser gewesen wäre. [...] Das heißt, versucht erst, dass Fadenpendel so hinzuhängen, dass es sich nicht bewegt' und dann „Zieht das Massestück nach unten“.
<p>Konsequenz</p>	<p>verallgemeinernd: ... leitet allgemeinere Regeln für die zukünftige Unterrichtsplanung und/oder -durchführung ab.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Als Konsequenzen für die Arbeitsmaterialien generell würde ich mitnehmen, das nicht mehr so stark vor zu strukturieren.
	<p>nächste Konzepte (Was müsste besser verstanden werden?): ... beschreibt, welchen Sachverhalt/welche Konzepte die SuS (als nächstes) besser verstehen müssten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ja er müsste halt, du hast ja die Unterscheidung resultierende Kraft und Kraft halt hinkriegen, ne.
<p><i>Codes sind nicht disjunkt, Teilmengenidee: Deutungen und Ursachen werden als Sinnheiten kodiert; sie können dabei vorangegangene Elemente enthalten, die zusätzlich kodiert werden (Beispiel: "[...] das vielleicht manche Fragen, die die Schüler wirklich als zu leicht empfunden haben, dazu geführt haben, dass sie auch den Rest etwas unterschätzt haben (D) und nicht wirklich darüber diskutiert haben (B).“ als Ursachenforschung, die Deutung/Interpretation und Beschreibung enthält). Zudem werden auch Fragen kodiert, wenn explizit klar wird, worauf die Frage abzielt. Bspw.: „War das gut, was die Schüler gemacht haben?“ -> Deutung-Wertung; „Welche Konsequenz kann man da noch ableiten?“ -> Konsequenz).</i></p>		

Kategorie III: Fokus der Analyse – Subjekt

Die Codes der Kategorie III kategorisieren den Fokus der Analyse und beschreiben damit, worauf sich die Studierenden im Lehr-/Lernprozess mit dem jeweiligen Aspekt beziehen. Die Kodierungsgröße entspricht maximal der aus Kategorie II – Prozess. Zustimmung/zustimmende Wiederholungen wie „Ja“, „Mhm“, „Ok“ werden nicht kodiert. Beiträge mit kurzer Unterbrechung (<3s) aber erkennbarem Zusammenhang werden als eine Aussage kodieren. Nicht zuweisbare Beiträge werden als Sonstiges kodieren. Ist die Zuweisung nicht eindeutig möglich, werden die vermuteten Codes parallel vergeben. Sofern eine Zuordnung in der untersten Stufe nicht möglich ist, wird die Oberkategorie kodieren.

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende...	Beispiele
S/S'S	Aussagen, die sich auf die Kompetenzen und das Verhalten von Schülerinnen und Schülern beziehen (sowohl einzeln als auch verallgemeinert).	a) ...erwähnt in seiner Aussage explizit einen oder mehrere Schülerinnen und Schüler. b) ...bezieht sich implizit auf die S'S als aktuell thematisierten Fokus, der aus den vorliegenden Daten (Textstelle im Transkript oder Protokoll) oder dem Kontext hervorgeht.	<ul style="list-style-type: none"> [...] und deswegen würde ich schon sagen, dass viele Schülerinnen und Schüler häufig am Unterricht beteiligt waren. Das ist das, was die aufgeschrieben haben, glaube ich. [...] Dann habe ich halt, dass in der Ausformulierung wichtige Punkte fehlen.
Lehrkraft	Aussagen, die sich auf das Verhalten der Lehrkraft beziehen.	a) ...erwähnt in seiner Aussage explizit die Lehrkraft. b) ...bezieht sich implizit auf die Lehrkraft als aktuell thematisierten Fokus, der aus den vorliegenden Daten (Textstelle im Transkript oder Protokoll) oder dem Kontext hervorgeht.	<ul style="list-style-type: none"> Oder auch, weißt du, da standen ja mehrfach Lehrer dabei, oder irgendwelche betreuenden Personen, die dann auch mal hätten fragen können "Habt ihr das irgendwie mal gemessen?". Da müsste man eingreifen, wenn sich die S'S so verhalten!
Material, Instruktion	Aussagen, die das Material (Arbeitsblätter und Experimentieranleitungen) und/oder die Instruktionen (Arbeitsaufträge und –anweisungen) betreffen.	a) ...erwähnt in seiner Aussage explizit das Material oder die Instruktion. b) ...bezieht sich implizit auf das Material oder die Instruktion als aktuell thematisierten Fokus, der aus den vorliegenden Daten (Textstelle im Transkript oder Protokoll) oder dem Kontext hervorgeht.	<ul style="list-style-type: none"> [...], dass sich das vielleicht über eine genauere Anleitung durch die Arbeitsblätter besser gewesen wäre. [...] und halt einfach es bisschen offener zu gestalten.

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
<p data-bbox="279 784 454 1265">a) ... erwähnt in seiner/ihrer Aussage explizit das Experiment, indem er/sie z. B. die Konzeption, den Aufbau, die intendierte Durchführung, Sicherheitsaspekte oder die Ergebnisse des Versuchs thematisiert. ... bezieht sich implizit in einer zuvor genannten Weise auf das Experiment als aktuell thematisierten Fokus, der aus den vorliegenden Daten (Textstelle im Transkript oder Protokoll) oder dem Kontext hervorgeht. <i>[Wird das Experimentiermaterial thematisiert, wird die Aussage als Material/Instruktion kodiert]</i></p> <p data-bbox="279 1276 726 1899">Aussagen, die sich auf das in der Lehr-/Lernsituation thematisierte Experiment (Versuch in Physik, Wahrscheinlichkeitsexperiment/Gedankenexperiment in Mathematik) oder den zugrunde liegenden fachlichen Sachverhalt beziehen.</p> <p data-bbox="279 1747 670 1899">Experiment, Sachverhalt</p>	<p data-bbox="279 784 901 1265">b) ... geht auf die spezifische Charakteristik des fachlichen Sachverhaltes ein.</p>	<ul data-bbox="279 306 1013 761" style="list-style-type: none"> • Zum Beispiel bei dem Versuch mit der Eisenwolle und der Massenerhaltung, ich weiß nicht ob du den kennst? Da hängt du ein Stück Eisenwolle an eine Balkenwaage, zündest das Ganze an, das wird weniger und schrumpft zusammen, aber trotzdem schwerer, ne, weil halt das Eisen mit dem Luftsauerstoff zu Eisenoxid reagiert und das wird dann schwerer. • Dass man halt wirklich starke Unterschiede in der Masse nimmt und in der Fadenlänge. Dass man wirklich starke Unterschiede hat. Und dann sieht: Okay, es macht aber keinen starken Unterschied in der Zeit. • Wir können auch wieder schreiben 'Kräfte nicht sichtbar, abstrakt'. • [...] weil der Alltag halt immer mit dem kolli-, fast immer mit dem kollidiert, was du da eigentlich lernen möchtest. • Stu1: Ja, ich glaube vor allem, dass die das nicht gewöhnt sind, weil bei allen anderen Aufgaben in Mathe ist halt - >Stu2: Muss genau ein exaktes Ergebnis raus kommen. < genau rechnen von der Art.
<p data-bbox="1021 1747 1109 1899">Sonstiger Fokus</p>	Umfeld, Eltern, sozialer/kultureller Hintergrund, Institution und Ausstattung	<ul data-bbox="1021 306 1109 761" style="list-style-type: none"> • Vielleicht ist ja auch im Alltag, sein Umfeld benutzt das Wort vollkommen richtig, [...].
<p data-bbox="1117 1747 1268 1899">Interaktion</p>	<p data-bbox="1117 784 1268 1265">...verweist in seiner Aussage auf einen Austausch zwischen den S*S untereinander oder zwischen den S*S und der Lehrkraft.</p> <p data-bbox="1117 1276 1268 1899">Aussagen, die die Interaktion mehrerer Schüler/innen bzw. der Lehrkraft mit den Schüler/innen betreffen. <i>[nur für S/S*S und Lehrkraft]</i></p>	<ul data-bbox="1117 306 1268 761" style="list-style-type: none"> • Also erstmal hat's, haben sie es eher nicht verstanden. Dann hat es eine verstanden, aber die war nicht sicher, weil sie sich von ihm noch reinreden lassen hat und erst nach Intervention des Lehrers haben es alle verstanden.
<p data-bbox="1276 306 1329 1899"><i>Codes sind nicht disjunkt; insbesondere Interaktion muss parallel mindestens einen Code derselben Kategorie aufweisen (parallel zu Schüler/innen und/oder Lehrkraft kodiert werden)</i></p>		

Kategorie IV: Gegenstand der Analyse

Die in dieser Kategorie enthaltenen Codes kategorisieren den inhaltlichen Gegenstand der Analyse und beschreiben damit, auf welche fachinhaltlichen Merkmale oder (fach-)didaktischen Überlegungen des Lehr-/Lernprozesses die Studierenden eingehen. Die Kodierungsgröße entspricht maximal der aus Kategorie II – Prozess. Zustimmung/zustimmende Wiederholungen wie „Ja“, „Mhm“, „Ok“ werden nicht kodiert. Beiträge mit kurzer Unterbrechung (<3s) aber erkennbarem Zusammenhang als eine Aussage kodieren. Nicht zuweisbare Beiträge als Sonstiges kodieren. Ist die Zuweisung nicht eindeutig möglich, werden die vermuteten Codes parallel vergeben. Sofern Zuordnung in der untersten Stufe nicht möglich ist, Oberkategorie kodieren.

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende...	Beispiele
FI	→ fachinhaltlich orientierte Aspekte		[Ausdifferenzierung in kompetenzorientiert, anschlussfähig, defizitorientiert, fehlend und unbewertet]
	a) fachliche Angemessenheit: ...nimmt eine fachliche Beurteilung einer Aussage vor: richtig oder falsch, fehlend. ...beurteilt die angemessene Verwendung von Fachsprache in Abgrenzung zur Alltagssprache.		<ul style="list-style-type: none"> • Also was man hier auf jeden Fall schon mal merkt, ist, dass die verstanden haben, also auch wenn das sprachlich jetzt nicht ganz so sauber ist, dass dieser Schwingprozess irgendwann, also endlich ist und dass das, also kein, keine ideale Schwingung haben, sondern die ist gedämpft. (kompetenzorientiert) • Manches war auch richtig. (anschlussfähig) • Und zur Bewegung kann man sagen, dass er erstmal völlig durcheinanderbringt, was konstante Geschwindigkeit und was beschleunigte Bewegung ist, ne. (defizitorientiert) • Also denen fehlen halt überhaupt die ganzen Begriffe für die Formulierungen, die hängen da irgendwie in der Luft herum und wissen nicht, wie sie es schreiben sollen. (fehlend) • Sie haben es halt irgendwie versucht, in alltäglichen Sprache zu beschreiben. (unbewertet)
Kenntnisse	Aufgreifen eines Konzeptes/einer Grundvorstellung oder einer inhaltsbezogenen/prozessbezogenen Kompetenz.	<p>b) S*S-Vorstellungen: ...bezieht sich auf das Verständnis des Sachverhaltes. ...benennt fachspezifische, inhaltliche Lernvoraussetzungen, identifiziert anschlussfähige Vorstellungen und Fehlvorstellungen.</p>	

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
<p>fachliche Passung</p> <p>Äußerung zur Passung zwischen fachlichen Anforderungen und Fähigkeiten der S*S.</p>	<p>... bezieht sich mit seiner/ihrer Äußerung auf die Passung zwischen den fachlichen Anforderungen und den Fähigkeiten der S*S. ... verweist darauf, dass der behandelte fachliche Inhalt zu leicht/zu schwer war. (Schwierigkeitsgrad)</p> <p>... identifiziert notwendige Vorerfahrungen, Kenntnisse und Kompetenzen zur Bewältigung der fachlichen Anforderungen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das ist halt so maßlose Überforderung. • Ich sehe es halt nicht, nicht als, äh, als Element der Lösung der Aufgabe. Ich finde, die Aufgabe ist mit der Proportionalität zwischen Kraft und Beschleunigung und dass Beschleunigen eine Änderung der Geschwindigkeit ist 100% losbar.
FD → fachdidaktisch orientierte Aspekte		
<p>Niveauschreibungen</p> <p>Äußerungen zu fachspezifischen Kompetenzveränderungen und Lernverläufen.</p>	<p>... weist explizit oder implizit den Aussagen und dem Verhalten der S*S sowie dem Material und den Instruktionen Erfahrungsbezüge (Fall/Konzept, Phänomen/Modell), Konzeptualisierungsniveaus (EXP, IRB, ERB), Entwicklungsstufen (Handeln, Wahrnehmen, Verbalisieren) oder Stufen des Begriffsverständnisses (intuitiv, inhaltlich, integriert, formal, strukturell) zu.</p> <p>... identifiziert typische Lernwege (z. B. top-down/bottom-up).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eine grobe Idee von dem Konzept haben die auf jeden Fall. • Dann habe ich noch hingeschrieben EXP, weil die Schüler explorativ das Verhalten des Pendels erkunden. • Aber dass sie vermutlich schon in Richtung ERB gehen, weil sie wahrscheinlich alle Fäden meinen. • Inhaltliches Begriffsverständnis, weil Eigenschaften von dem Prisma benannt werden. • Ja die, die sagen da als hin und her.
<p>strukturelle Passung</p> <p>Äußerungen zur didaktischen Strukturierung der Lehr-/Lernsituation.</p>	<p>a) Strukturierung der Lehr-/Lernsituation: ... kommentiert die didaktische Strukturierung der Lehr-/Lernsituation (z. B. im Sinne eines erkennbaren roten Fadens). ... äußert sich zur Reihung und Schwerpunktsetzung der fachlichen Konzepte der Lehr-/Lernsituation. ... bezieht sich auf den Informationsgehalt und die inhaltliche Breite der angestrebten Konzepte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Und das letzte ist, das ich geschrieben habe, dass das anscheinend gut ist, dass es eine Frage drei Mal halt jetzt mit dem Gewicht, einmal vorne, dann Mitte, dann hinten nochmal, weil die jedes Mal irgendwie nochmal neu anfangen, drüber nachzudenken und dann überlegen 'Ok, gut, jetzt messen wir doch mal!' • Was ich gar nicht schlecht fand, ist, dass die Frage eingebaut war, was sie denn mit der Definition jetzt überhaupt anfangen können. [...], damit man weiß, warum diese Info an der Stelle jetzt kommt. • Ja, so von schmaleren zu breit.

<p>Beretz</p>	<p>Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen</p>	<p>Version: final</p>
<p>b) Berücksichtigung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen: ...thematisiert Konzepte, die bei der Planung von Untersuchungen, deren Durchführung oder der Auswertung und Interpretation von Daten berücksichtigt werden sollten (z. B. Variablenkontrolle).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Also ich schreibe mal besser „Nur eine Sache variieren.“ Weil sonst checken die das doch gar nicht. • Ich finde es ist total problematisch, dass er keine Messunsicherheiten angibt. 	
<p>Methodik</p> <p>Thematisierung der Unterrichtsmethode, der Sozialform, der Arbeitsphase oder dem Zeitmanagement der Lehr-/Lernsituation; Verweis auf die unterschiedlichen Kompetenzbereiche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Und methodisch das auch nicht so sonderlich toll war. • Entweder man führt Schwungsdauer erstmal bisschen lehrerzentrierter ein mit einem Lehrerversuch und zeigt 'So messt ihr das! [...] Zehn, zehn Schwingungen, so und dann teilt ihr das durch zehn...' • [...] dass man mehr Zeit investiert für die einzelnen Begrifflichkeiten, damit die auch überhaupt diskutieren können oder sich Antwortsätze aufschreiben können. • Genau, du würdest eine Skizze machen und du zeichnest die Kräfte auch genau in ihrem Angriffspunkt und nicht irgendwo in die Wälachei. 	<ul style="list-style-type: none"> • ...kommentiert die Unterrichtsmethode. • ...bezieht sich auf die Sozialform oder gleich intendierte und realisierte Sozialform miteinander ab. • ...weist der Lehr-/Lernsituation bestimmt Unterrichtphasen zu. • ...bezieht sich in seinen/ihren Kommentaren darauf, welcher Zeitbedarf für einen bestimmten Abschnitt benötigt werden/wurden. • ...äußert sich zur Darbietungsform des Inhalts. (ikonisch/enaktiv/symbolisch) • ...verweist auf die Thematisierung der unterschiedlichen Kompetenzbereiche.
<p>MOT → <i>motivational-emotional orientierte Aspekte</i></p>		
<p>Erleben</p> <p>Kommentare zu Erlebensäußerungen und -qualitäten im Rahmen der betrachteten Lehr-/Lernsituation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...identifizieren positives, neutrales oder negatives Erleben innerhalb der Lehr-/Lernsituation. • ...verweist auf intrinsische Motivation (Kompetenzerleben, Autonomieerleben, Erleben sozialer Eingebundenheit) oder Frustration. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das sind Emotionen, das sind Emotionen: „Boar, das geht so knapp über diesem Ding!“ • Guck mal wie die gucken. Die sind richtig deprimiert. • Insbesondere glaube ich, dass das da kein positives, also kein Erleben von Kompetenz verursacht.
<p>Interesse</p> <p>Beiträge mit Bezug zum (fachspezifischen) Interesse im Rahmen der betrachteten Lehr-/Lernsituation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ...identifiziert Interessensbekundungen und/oder der Off-Task. • ...verweist auf Interessensbefunde und vergleicht diese mit vorliegendem Erleben. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die interessieren sich halt nicht so richtig dafür. • Guck mal, sie ist sogar aufgestanden zwischenwährend, so interessant fand sie es.

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
a) Beteiligung, Involviertheit:	<p>...bezieht sich in seinen/ihren Kommentaren darauf, in welchem Maße sich die einzelnen S*S beteiligen.</p> <p>...bezieht sich in seinen/ihren Äußerungen auf die Redeanteile einzelner Gruppenmitglieder (Dominanz/Zurückhaltung, z. B. für Gruppenführer/Mitläufer, etc.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auffällig ist, dass die Bearbeitung stark einseitig passiert, zum größten Teil von MA. • S1 und S2 haben größten Redeanteil, S4 wird wenig beachtet und darf noch nicht einmal in die Kiste greifen.
Mitarbeit	<p>Äußerungen zur Beteiligung/Involviertheit und Konzentration/Aufmerksamkeit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ich habe als allererstes aufgeschrieben, dass die Konzentration wesentlich mehr da ist. • Hier, da machen sie ja Quatsch. • Und dann irgendwann bei der zweiten Aufgabe 'Dürfen wir eigentlich auch Süßigkeiten?' und er guckte die ganze Zeit wieder dahin [...]
SD → soziale Aspekte		
Sozialdynamik	<p>Aussagen mit einem Bezug zum Umgang der S*S untereinander sowie der Gesprächsstruktur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das wäre nämlich ganz schön krass, wenn der sich daneben stellt und lacht! • Aber gerade kam auch die Aussage 'Ich denke, er schreibt.' • L wiederholt die richtige Antwort und fasst [...] selbst zusammen. • L leitet sehr stark, lässt kaum Raum für Überlegungen/alternative Ideen. • Am Anfang war das Gespräch noch strukturiert, später reden alle durcheinander (z. B. 140-154).
UF → übergeordnete Faktoren des Arbeitsprozesses		
Arbeitsablauf	<p>Beiträge, die sich auf die Organisation von Arbeitsabläufen, die Klärung von Aufgabenstellungen oder die Bearbeitungszeit von der betrachteten Lerngruppe beziehen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Weil ich finde generell, wenn du die Aufgabenstellung anguckst, also je nachdem, auch wie die immer diskutieren, merkst du ziemlich oft, dass denen nicht klar ist, was sie überhaupt machen sollen. • Weil die ja eigentlich fast fünf Minuten nur darüber diskutieren, wie sie denn

<p>Beretz</p>	<p>Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen</p>	<p>Version: final</p>
<p>die Geschwindigkeit oder die zeitliche Länge der Bearbeitung. ...kommentieren die Sicherheit des Versuchsaufbaus. ...äußern sich zu den Redebeiträgen der beteiligten Personen. ...verweisen auf unterschiedliche Lösungsstrategien</p>	<p>den Satz in korrektes Deutsch bekommen, um das zu beschreiben, was sie eigentlich sagen wollen. • Da brauchen die echt lange für. • Auch dass die, dass das immer auf Kopfhöhe hängt. Das ist insgesamt unglaublich gefährlich. • Ja, ich habe auch geschrieben, dass nur einzelne Antworten überprüft werden [...].</p>	<p>• Also ich habe jetzt nur aufgeschrieben, dass die Lesekompetenz, unterschiedlich ausgeweitet ist, ausgebildet • Ja, die Mädchengruppe hat ja richtig gut gelesen! • Die Schüler sprechen insgesamt sehr abgehakt, oftmals nicht in ganzen Sätzen. • Sollen wir jetzt aufschreiben, dass das ganze Video eigentlich zeigt, dass sie sprachlich ziemlich fit sind trotz Migrationshintergrund? • Die Kommunikation, abgesehen von der altersbedingten „Sprechart“, hat einen chaotischen Charakter.</p>
<p>Allgemeine kognitive Merkmale</p> <p>Beiträge, die die Lese-, Schreib- und Kommunikationskompetenz als Grundlage für die Einschätzung der Lehr-/Lernsituation heranziehen.</p>	<p>a) Leseverständnis/-kompetenz: ...vermutet, dass die Unklarheiten in Bezug auf die Aufgabenstellung und die damit einhergehende fehlerhafte Bearbeitung (inhaltlich oder methodisch) aus der mangelnden Auseinandersetzung mit der Aufgabestellung, so z. B. dem ungenauen Lesen, resultieren. b) Ausdrucksfähigkeit: ...verweist auf Eigenschaften der Kommunikationsstruktur (z. B. chaotisch). ...verweist auf Unsicherheiten, die sich in einer ständig verbessernden Sprache äußern. ...bemängelt die Sprechweise in unvollständigen Halbsätzen.</p>	<p>• Ja aber, wie ewig die über alles diskutieren und überlegen und was könnte wie vielleicht irgendwie und die anderen machen einfach – • Wa- was mir noch aufgefallen ist [...], dass die elfte Klasse schon eher sicherer im Umgang mit den Fachbegriffen auf jeden Fall ist. Ja, das ist so [...] der einzigste Unterschied, finde ich, so zwischen den beiden, aber ansonsten sind die sich vom Inhalt her sehr ähnlich.</p>
<p>HET → Heterogenität</p>		
<p>Heterogenität</p> <p>Vergleich von S*S: Identifizierung von Gemeinsamkeiten und Unterschieden jeglicher Art, Aspekte, in denen sich die Fähigkeiten und Neigungen der S*S unterscheiden können.</p>	<p>...beurteilt kognitive, motivationale, soziale und volitionale Fähigkeiten, Fertigkeiten und Bereitschaften der S*S im Vergleich untereinander. ...ordnet die S*S unterschiedlichen Fähigkeitsniveaus zu.</p>	<p>• Ja aber, wie ewig die über alles diskutieren und überlegen und was könnte wie vielleicht irgendwie und die anderen machen einfach – • Wa- was mir noch aufgefallen ist [...], dass die elfte Klasse schon eher sicherer im Umgang mit den Fachbegriffen auf jeden Fall ist. Ja, das ist so [...] der einzigste Unterschied, finde ich, so zwischen den beiden, aber ansonsten sind die sich vom Inhalt her sehr ähnlich.</p>

Beretz

Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen

Version: final

Sonst. → <i>Sonstiges</i>	
Sonstiger Gegenstand	<p>Aussagen, die sich auf Sachverhalte beziehen, die nicht in den zuvor abgebildeten Codes enthalten sind.</p> <p>denkbar. ...verweisen auf lernförderliches Klima, Rückmeldungskultur und/oder (schul-)kulturellen Hintergrund.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ist halt zehnte Klasse Gymnasium, [...]. • Ich habe mir das halt gerade so vorgestellt, bei uns siehst so am Anfang die, die zwei Türken und den Typ da im Raum sitzen und da ist jetzt so ein Kamin im Hintergrund und die trinken so Whiskey da und sind sich da voll gehen am unterhalten.

Codes sind disjunkt, die Sequenzierung kann aber kleiner sein, als in den Kategorien II und III, innerhalb einer Sinninheit können mehrere unterschiedliche Inhalte angesprochen werden

Kategorie V: Verbindung zu Daten/Vorerfahrungen/Konzepten

Diese Codes kategorisieren die Aussagen der Studierenden hinsichtlich ihres Bezugs zu den Daten, Erinnerungen, Erfahrungen und bekannten theoretischen Konzepten. Die Codes können parallel zu allen anderen Codes (außer Off-Task) vergeben werden, eine explizite Zuweisung der Codes erfolgt aber nur bei eindeutigen und offensichtlichen Aspekten.

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende...	Beispiele
Daten: expliziter Bezug zur vorliegenden Datenlage	...verweist durch Zitate, Zeilenbelege oder Zeitangaben auf die vorliegenden Daten (Transkript, Video, Unterrichtsprotokoll)	<ul style="list-style-type: none"> • bei 3 Minuten 51 Sekunden; • 'Wieder zum Ausgangspunkt', das Zitat habe ich rausgeschrieben, em - • Also sie versuchen, was ich noch so im Kopf habe, die Mädels vorne, die haben, wenn die die Laplace-Wahrscheinlichkeit bestimmen, war ich am Ende ja da und habe mit denen den Teil durchgesprochen und dann sagte ich 'Ja, wie würde ich denn jetzt die Wahrscheinlichkeit bestimmen, wenn ich eine Eins oder eine Zwei würfeln möchte? Ja und dann kamen sie, glaube ich, auf drei Sechstel, weil sie die Eins und die Zwei plus gerechnet haben. 	
Erfahrung/Erinnerung: Bericht aus der Erfahrung oder Erinnerung	a) ...erzählt die zu analysierende Situation aus eigener Sicht nach (bei eigener Beteiligung)		<ul style="list-style-type: none"> • Wir hatten das in Chemie an einem relativ einfachen Versuch gemacht, wie du schneller Nudeln kochst. [...] • „Das erinnert mich extrem an meinen Unterricht. Also an den, den ich als Schüler genossen habe. [...] Und dann, wenn wir Experimente gemacht haben, [...] ‚Ach schaut mal, was ich gefunden habe und da können wir experimentieren!‘.
Zukunft: Vorhersage oder Benennung (notwendigen) zukünftigen Verhaltens	...macht eine Vorhersage, wie der Unterricht unter geänderten Bedingungen ablaufen könnte	b) ...berichtet von einer ähnlichen Situation aus seiner/ihrer Erinnerung	<ul style="list-style-type: none"> • Ich wette, bestimmt die Formel dazu sagen, [...] er wird dir dann bestimmt $F=m \cdot a$ sagen. • [...] und dass sie vielleicht dann darüber auch darauf kommen, dass es von der Masse nicht abhängt.

Rückgriff

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
<p>Quer-/Rückbezug</p> <p>Verweis auf bereits dargestellte Aspekte des Lehr-/Lernprozesses oder andere Unterrichtssituationen</p>	<p>...stellt durch Wiederholung oder einen Verweis eine Verbindung zu einer zuvor bereits beobachteten Situation oder einem im Rahmen der Analyse bereits geäußerten Aspekt her.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es, sind das nicht die, die auch das Ding fast umschmeißen und dann das Gewicht nach hinten schleudert? • Die 4 bestätigt so ein, so ein bisschen, was wir vorher schon gesagt haben. • Das sind halt so Sachen aus D01, die wir auch beim Experimentieren uns überlegt haben. (<i>Kriterien zur Planung guter Experimente</i>) • Ja, so von schmaleren zu breit. (<i>Klassifizierung Allgemeingrad Konzepte</i>) • Hier, "Kraft, Bewegung und Geschwindigkeit sind verschiedene Wörter für das Gleiche." (<i>Charakterisierung Ebene Learning Progression</i>) • [...] das passt sehr gut zu der Aussage "Ich weiß, was ich jetzt machen muss, was gleich passiert, was ich jetzt sagen muss". (<i>Charakterisierung Stufe Konzeptualisierungsniveau</i>) • Nach der IPN-Interessenstudie hören SuS Vorträgen nämlich eher ungerne zu.
<p>Theoriebezug</p> <p>Verweis auf Konzepte fachdidaktischer Veranstaltungen und der empirischen Lehr-/Lernforschung. [z. T. in Kategorie 4 enthalten]</p>	<p>...nutzt explizit einen Verweis auf Definitionen und Konzepte fachdidaktischer Veranstaltungen oder empirischer Lehr-/Lernforschung zur Stützung der eigenen Aussage.</p> <p>...bewertet etwas dichotom (z. B. gut/schlecht, richtig/falsch)... ...weist schlagwortartig ein inhaltliches Kriterium zu... ...ohne inhaltliche Ausführung, was der Gegenstand der Aussage konkret ist bzw. warum die Bewertung/Zuweisung vorgenommen wurde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ja, das war gut. • Hier können wir auch nochmal IRB schreiben. • Kompetenzerleben • -> inhaltliches Begriffsverständnis
<p>Verbindung</p> <p>Zusammengehörende/aufeinander beziehende Aussagen (Komponenten) zu dem gleichen inhaltlichen Aspekt des Lernprozesses [Entfällt bei TA]</p>	<p>...verbindet mindestens zwei Satzteile/Sätze inhaltlich. ...bezieht sich auf einen vorangegangenen eigenen Satz(teil) bzw. eine Aussage des Gruppenmitglieds. Die Studierenden äußern sich aufeinanderfolgend zu dem gleichen Inhalt. Verbindungen enden durch den Wechsel zu einem neuen inhaltlichen Aspekt oder durch eine längere Sprechpause (>30s).</p>	

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
STU1: Em, Video J, ne?	"Welches Verständnis /die Schüler von Kraft und Bewegung haben.", oder?	
STU2: Ja.		
STU1: Kommt ja jetzt natürlich wieder. 5s		
STU2: Also dass die Gravitationskraft immer wirkt, haben sie ge-, zeigt das ja ..?. >STU1: Ja.< (beide schreiben) 18s		
STU1: Mh. [Abgrenzung Gravitationskraft]		
STU2: Em, aber andere Kräfte jetzt auch, @(glaube ich)@, dass es vor allen Dingen am Verständnis hapert. >STU1: Also -< Zum Beispiel der Tisch auch auf den -		
STU1: Also manche wissen es, aber manche nicht, oder? Also die einen haben ja gesagt 'Ja da wirkt auf jeden Fall vom Tisch eine Kraft auf den Ball.'		
STU2: "Was ist mit der Tischkraft?", ja, Schüler 2 wusste es. Die anderen können es nicht nachvollziehen.		
STU1: Ok, schreiben wir (beginnen, zu schreiben) 'Einzelne Schüler 7s wissen, dass auch 6s eine Kraft auf den Tisch wirkt, 12s Puck wirkt. Em, andere können sich dies nicht vorstellen. >STU2: Mhm.< 4s Können sich dies nicht vorstellen.' 5s Wir können ja schreiben, äh, 'da Tisch ein Gegenstand ist und Gegenstände -', weil er hat das ja so gesagt.		
STU2: Mhm. 'Da -' (schreiben weiter)		
STU1: 'Da Tisch -'		
STU2: 'Keine aktiven Körper sind.'		
STU1: 'Da Tische keine aktiven @(Körper sind)@.' 7s Ok, nächste.		
STU2: Klammer auf 'Nur aktive Körper können -', ich schreibe das nochmal lieber dazu, (schreiben beide) 'Kräfte ausüben.' 10s		
STU1: "Gibt es Fragen, die Sie stellen könnten/müssten, um das Verständnis besser diagnostizieren zu können?" 5s Einmal 'Können auch -', wir können ja fragen 'Können nur aktive Körper Kräfte ausüben?' >STU2: Mhm.< Können wir ja fragen! (beide schreiben) 17s		
STU1: Beziehungsweise, em, 'Weiche Körper üben Kräfte aus?', oder?		
STU2: Ja. (schreiben weiter) 15s -> Zur Vorstellung 'Kraft von Tisch auf Box		
STU2: Ich finde es interessant, dass wir immer Fragen in der Richtung fragen, wo wir das Gefühl haben, schon etwas diagnostiziert zu haben. (STU1 lacht) Und die ganzen anderen Aspekte einfach mal ganz heraus lassen. [Abgrenzung allgemeine Anmerkung]		

Kategorie VI: "Ich"-Bezug der Studierenden [Entfällt bei TA]

Diese Codes charakterisieren die Aussagen der Studierenden hinsichtlich ihres Bezugs zu sich selbst. Dazu gehört neben dem Erleben der Studierenden auch ihre Involviertheit in die jeweilige Lehr-/Lernsituation (eigener/fremder Unterricht) sowie mögliche Schwierigkeiten der Studierenden bei der Analyse. Die Codes können parallel zu allen anderen Codes (außer Off-Task) vergeben werden, eine explizite Zuweisung der Codes erfolgt aber nur bei eindeutigen und offensichtlichen Aspekten (nonverbale Hinweise auf Erleben, z. B. Lachen, Arme in die Luft reißen, etc., werden nicht kodiert; ironische Äußerungen werden nur dann kodieren, wenn sie sich durch Betonung usw. vergleichsweise sicher zuweisen lassen).

Codes	Beschreibung	Indikatoren Der/Die Studierende ...	Beispiele
	Meint die Involviertheit in die Situation und beschreibt, ob es um fremden Unterricht oder den eigenen Unterricht geht. [Wird nur bei Abweichung von der Charakteristik der vorliegenden Daten (aus dem eigenen vs. aus fremdem Unterricht) kodiert.]	a) fremd: ...führt Ereignisse aus dem Unterricht einer anderen Person an, wenn es eigentlich um den eigenen Unterricht geht.	<ul style="list-style-type: none"> • In meinem Jahrgang war eine Realschulklasse, da waren nur drei Mädchen drin und was weiß ich wie viele Jungs. • Äh, habe es deswegen so erklärt, weil wir das auch bei der Lengnick in der Vorlesung so gespielt haben. • (Ja, die Schüler haben bei am Anfang nicht aufgepasst. Das war aber auch in dem Unterricht von meinem Mentor so.)
Bezug		b) selbst: ...führt Ereignisse aus eigenen Unterrichtserfahrungen auf, wenn es eigentlich um die Analyse von Unterricht ohne eigene Beteiligung geht.	<ul style="list-style-type: none"> • Studierende diskutieren fremden Unterricht zum Beispiel: Ich hätte aber trotzdem noch dazu geschrieben, einmal, so wie wir es gemacht haben, bei selbem Feiertyp, bei unterschiedlicher Masse. Wir haben das ja immer explizit ausformuliert und geschrieben, um was geht es jetzt gerade. Geht's jetzt um die Masse, geht's jetzt um die Fadenlänge.
Schwierigkeit	Äußerungen der Studierenden, die auf Probleme im Rahmen der Analyse schließen lassen.	a) ...äußert Verständnis- oder Interpretationsschwierigkeiten. b) ...äußert sich bzgl. fehlender eigener Fähigkeiten oder zu hoher Anforderung einer Aufgabe.	<ul style="list-style-type: none"> • Und das habe ich nicht ganz verstanden, [...] • Das habe ich nicht, bin ich nicht mitgekommen. • [...], das wusste ich nicht, da habe ich mal ein Fragezeichen gemacht. • Ich finde das schwierig, in Worte zu fassen. • [...], da bin ich mir nicht so ganz sicher gewesen. • Das ist immer so die Sache, also ich finde es schwierig, gleichzeitig zu gucken und dann zu lesen.
Negativ Erleben	Verbal geäußertes, negatives Erleben der Studierenden, das auf Frustration, Unzufriedenheit, Überforderung oder Resignation schließen lässt.	a) ...äußert fehlende persönliche Relevanz. b) ...äußert Langeweile bzgl. der Aufgabe.	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Techniken werde ich in der Berufspraxis nie nutzen, viel zu zeitaufwendig und kleinteilig. • Wozu üben wir etwas für unsere Berufspraxis völlig Unnutzes? Die Zeit hätte so genutzt werden können. • Ist immer dasselbe. • Das ist ja langweilig! • Das macht mir keinen Spaß.

Beretz	Institut für Didaktik der Mathematik/Physik, JLU Gießen	Version: final
	<p>c) ...äußert Frustration, Unzufriedenheit oder Überforderung über die Umstände der Situation oder die eigne Performanz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Das ist so ärgerlich, dass das, dass die einen Videos, dass man da eigentlich nichts hören kann. • (stöhnt) Ist das ein Stress hier. • Ich bin ein Idiot. Ich habe alles falsch gemacht (schützt den Kopf dabei). Ma_an.
<p>Verbal geäußerte (In-) Kongruenz zwischen Erwartung und Erleben oder geäußertem Interesse der Studierenden.</p> <p>Neutral</p>	<p>a) ...äußert verbal Überraschung oder Erstaunen.</p> <p>b) ...äußert verbal Neugier.</p> <p>c) ...äußert, das Denken oder Verhalten der S*S aus eigener Perspektive nachvollziehen zu können.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ich finde es interessant, dass wir immer Fragen in der Richtung fragen, wo wir das Gefühl haben, schon etwas was diagnostiziert zu haben. Und die ganzen anderen Aspekte einfach mal ganz heraus lassen. • Mich würde mal echt interessieren, ob da irgendwas ist zu. Warum die meinen, da landen mehr? • Und wie gesagt, ich, ich habe echt den gleichen, exakt, exakt den gleichen Denkfehler. • Ja, ich verstehe ihr Dilemma, verstehe ich. • Mir ging's wahrscheinlich, mir wäre es genauso gegangen in der Schule.
<p>Verbal geäußertes, positives Erleben der Studierenden, das auf Lob oder Kompetenzerleben schließen lässt, Fähigkeiten/Wissen in positiver Weise hervorhebt oder die persönliche Relevanz von Aspekten betont.</p> <p>Positiv</p>	<p>a) ...äußert Freude, z. B. über Bewältigung des Arbeitsauftrags.</p> <p>b) ...hebt die eigenen Fähigkeiten bzw. die Fähigkeiten der Gruppe hervor oder lobt diese.</p> <p>c) ...betont die persönliche Relevanz eines Aspekts.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dann habe ich sogar mal richtig grün gemacht. • Ich bin gerade voll happy, dass ihr da über das redet! • Ich habe auch mal einen guten Satz rausgehauen hier. • [...], dass die jetzt im Modul behandelten Sachen relevanter sind. Und zwar einfach, weil sie einen viel näheren Praxisbezug haben.

Anhang J – Übersicht Kodierungen *Diagnoseprozess*

Übersicht der absoluten Häufigkeiten für die Kategorie II – *Prozesskomponenten* (Erläuterungen: Sit – Sitzung; EB – Eingangsbefragung, AB - Abschlussbefragung)

Video- analysen	Beschreibungen										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	106	14	7	8	1	1	1	6	5	3	60
AG11KA	55	6	6	6	1	1	0	0	15	12	8
SI13HA	70	3	7	3	12	12	0	0	10	17	6
GA25HA	196	12	9	6	-	-	16	37	32	43	41
TH07WE	88	8	4	7	-	-	6	19	8	20	16
CO22SC	226	9	9	33	33	5	1	29	27	12	68
AN18HE	133	8	7	12	12	13	6	26	-	5	44
MA12LI	179	8	1	17	17	6	4	27	-	28	71
Video- analysen	Deutungen										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	233	29	18	27	3	8	9	24	16	9	90
AG11KA	193	35	26	19	12	5	3	0	44	31	18
SI13HA	165	21	15	39	17	19	2	0	25	16	11
GA25HA	264	23	11	46	-	-	15	26	34	44	65
TH07WE	221	16	18	50	-	-	10	34	24	50	19
CO22SC	483	40	26	91	14	53	11	34	67	37	110
AN18HE	242	26	11	25	15	32	13	46	-	17	57
MA12LI	382	19	15	64	26	50	11	62	-	61	74
Video- analysen	Ursachen - sachspezifisch										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	6	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	9	3	1	3	-	-	0	0	0	0	2
TH07WE	6	1	2	3	-	-	0	0	0	0	0
CO22SC	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AN18HE	6	1	2	2	0	0	0	0	-	0	1
MA12LI	7	2	1	1	1	0	0	0	-	1	1

Video- analysen	Ursachen - situationspezifisch										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6
AG11KA	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	4	1	0	2	-	-	0	0	0	0	1
TH07WE	5	2	1	1	-	-	0	0	0	1	0
CO22SC	12	2	1	2	0	1	0	0	3	2	1
AN18HE	11	2	1	3	0	0	0	0	-	3	2
MA12LI	7	1	1	2	0	2	0	1	-	0	0
Video- analysen	Ursachen - lernerspezifisch										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4
AG11KA	13	2	7	4	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	10	5	2	2	0	0	0	0	0	0	1
GA25HA	11	3	3	4	-	-	0	0	0	0	1
TH07WE	8	1	3	0	-	-	0	0	0	3	1
CO22SC	27	7	0	7	0	0	0	0	0	0	13
AN18HE	16	4	1	3	0	1	1	0	-	0	6
MA12LI	23	5	1	7	0	3	0	0	-	1	6
Video- analysen	Konsequenzen - situationsbezogen										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	12	1	2	2	0	0	0	0	0	2	5
AG11KA	40	9	12	13	0	0	0	0	0	6	0
SI13HA	32	6	6	8	0	0	0	0	0	12	0
GA25HA	44	9	10	12	-	-	0	0	0	12	1
TH07WE	28	9	7	2	-	-	0	0	0	10	0
CO22SC	73	22	17	13	0	0	0	0	0	12	9
AN18HE	30	7	8	6	0	0	0	1	-	7	1
MA12LI	43	5	5	14	0	0	0	0	-	10	9
Video- analysen	Konsequenzen - allgemein										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
AG11KA	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SI13HA	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
GA25HA	11	7	0	2	-	-	0	0	0	2	0
TH07WE	5	2	0	0	-	-	0	0	0	3	0
CO22SC	12	0	2	5	0	0	0	0	0	3	2
AN18HE	1	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1
MA12LI	5	2	0	0	0	0	0	0	-	3	0

Video-analysen	Konsequenzen – notwendige Konzepte										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	6	2	0	2	0	0	0	0	0	1	1
AG11KA	10	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	7	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	16	10	3	3	-	-	0	0	0	0	0
TH07WE	5	3	1	1	-	-	0	0	0	0	0
CO22SC	32	5	12	11	0	0	0	0	0	1	3
AN18HE	19	8	4	3	0	0	0	0	-	1	3
MA12LI	22	6	3	5	1	1	0	0	-	0	6
Video-analysen	Sonstiges										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
SI13HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TH07WE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO22SC	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
MA12LI	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	Beschreibungen					Deutungen					
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe		
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB	
JU16GI	6	2	0	3	1	59	11	15	13	20	
AG11KA	2	2	0	0	0	105	14	23	32	26	
SI13HA	8	2	4	0	2	95	20	23	27	25	
GA25HA	28	9	8	6	5	119	27	34	32	26	
TH07WE	15	8	2	2	3	87	19	26	21	21	
CO22SC	4	1	0	2	1	104	14	38	31	21	
AN18HE	3	1	0	2	0	59	3	9	20	27	
MA12LI	7	5	1	0	1	77	11	17	25	24	
schriftliche Analysen	Ursachen - sachspezifisch					Ursachen - situationsspezifisch					
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe		
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB	
JU16GI	3	1	2	0	0	3	3	0	0	0	
AG11KA	9	1	8	0	0	0	0	0	0	0	
SI13HA	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	
GA25HA	8	3	3	2	0	3	3	0	0	0	
TH07WE	5	1	3	0	1	2	0	0	2	0	
CO22SC	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	
AN18HE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MA12LI	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	

schriftliche Analysen	Ursachen - lernerspezifisch					Konsequenzen – situationsbez.				
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	3	1	2	0	0
SI13HA	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0
GA25HA	0	0	0	0	0	4	3	0	1	0
TH07WE	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
CO22SC	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1
AN18HE	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	Konsequenzen - allgemein					Konsequenzen – nächste Konz.				
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
GA25HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TH07WE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO22SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	Sonstige									
	Ge-samt	Physik		Mathe						
		EB	AB	EB	AB					
JU16GI	3	1	2	0	0					
AG11KA	3	2	1	0	0					
SI13HA	3	2	0	0	1					
GA25HA	1	0	0	1	0					
TH07WE	2	2	0	0	0					
CO22SC	0	0	0	0	0					
AN18HE	1	0	1	0	0					
MA12LI	0	0	0	0	0					

Anhang K – Übersicht Kodierungen *Time on Task*

Übersicht der zeitlichen Anteile für die Kategorie I – *Time on Task* (Erläuterungen: Orga – Organisation der Studierenden, FK – fachliche Klärung, FDK – fachdidaktische Klärung)

Physikdidaktik – Sitzung 2, Kräfte und Bewegungen										
Videoanalyse von	AN18HE MA12LI		CO22SC SI25FR		SI13HA AG11KA		TH07WE GA25HA		JU16GI CL15GI	
	Dauer [hh:mm:ss,ms]									
Sichtung Daten	00:05:59,1		00:07:15,1		00:08:18,2		00:07:43,0		00:06:03,8	
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:29:19,6		00:33:33,0		00:29:17,3		00:31:53,5		00:27:54,5	
	Dauer [mm:ss,ms] (links)									
	Anteil [%] an Dauer Bearbeitung (rechts)									
Off-Task	00:00,0		00:01,4	0,1	00:10,9	0,6	00:00,0		03:05,6	11,1
Orga	03:27,6	11,8	03:28,5	10,4	03:14,3	11,1	05:25,4	17,0	01:46,9	6,4
FK	00:46,8	2,7	01:08,5	3,4	01:19,9	4,5	02:22,9	7,5	00:51,0	3,0
FDK	00:00,0		00:00,0		00:02,1	0,1	00:00,0		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 3, Kräfte und Bewegungen										
Sichtung Daten	00:02:05,1		00:05:13,8		00:03:11,0		00:01:51,2		00:02:36,9	
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:22:09,8		00:25:09,0		00:25:37,9		00:26:14,5		00:24:20,9	
Off-Task	00:02,9	0,2	00:22,6	1,5	00:00,0		00:57,9	3,7	00:33,2	2,3
Orga	02:26,1	11,0	07:27,9	29,	03:41,3	14,4	03:47,4	14,4	02:36,3	10,7
FK	00:01,1	0,1	00:26,9	1,8	00:35,5	2,3	03:17,1	12,5	04:21,0	17,9
FDK	00:48,0	3,6	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 4, Kräfte und Bewegungen										
Sichtung Daten	00:14:41,0		00:03:29,6		00:12:13,2		00:12:47,1		00:05:54,7	
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:34:24,1		00:48:32,2		00:33:57,1		00:37:54,7		00:16:06,4	
Off-Task	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:18,3	0,8	00:00,0	
Orga	02:15,1	6,5	07:22,5	15,2	01:06,9	3,3	04:15,9	11,2	00:32,0	3,3
FK	00:23,5	1,1	00:36,7	1,3	00:12,7	0,6	00:32,1	1,4	00:06,7	0,7
FDK	00:00,0		00:04,9	0,2	00:45,5	2,2	00:00,0		00:00,0	

Physikdidaktik – Sitzung 5, Stromkreis									
Sichtung Daten	00:14:05,2		00:14:10,2		00:14:20,0				00:21:18,8
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:14:13,8		00:07:12,4		00:12:00,1				00:02:00,6
Off-Task	00:01,2	0,1	00:00,0		00:00,0			00:50,8	42,1
Orga	01:45,3	12,3	01:19,9	18,5	02:04,3	17,3		00:06,7	5,6
FK	00:50,0	0,8	00:00,0		00:00,0			00:00,0	
FDK	00:49,0	5,7	00:20,2	4,7	01:16,5	10,6		00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 6, Stromkreis									
Sichtung Daten	00:15:05,7		00:14:49,0		00:15:07,0				00:14:51,2
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:20:45,4		00:15:17,0		00:18:24,2				00:18:10,1
Off-Task	00:05,0	0,4	00:03,3	0,4	04:52,8	26,5		02:55,1	16,1
Orga	02:38,5	12,7	03:52,0	25,3	03:21,7	18,3		00:10,6	3,3
FK	00:10,3	0,8	00:00,0		00:39,6	3,6		03:13,2	17,7
FDK	00:00,0		00:17,1	1,9	00:00,0			00:24,4	2,2
Physikdidaktik – Sitzung 7, Stromkreis									
Sichtung Daten	00:29:12,7		00:28:18,4		00:28:46,0		00:27:31,9		00:28:56,6
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:09:58,5		00:04:46,7		00:05:42,0		00:06:54,07		00:05:20,0
Off-Task	00:32,4	5,4	00:00,0		04:56,9	86,6	00:00,0	02:42,3	50,7
Orga	01:01,8	10,3	01:36,6	15,2	00:04,3	1,3	02:38,5	38,3	00:10,6
FK	00:00,0		00:00,0		00:00,0		00:00,0	00:34,3	10,7
FDK	00:26,6	4,4	00:00,0		00:00,0		00:00,0	00:00,0	
Physikdidaktik – Sitzung 9, Wärmelehre									
Sichtung Daten	00:28:53,9		00:28:49,0		00:28:59,8		00:28:46,1		00:28:48,0
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:24:23,3		00:19:37,1		00:21:41,5		00:21:29,6		00:20:48,9
Off-Task	00:10,9	0,7	00:15,5	1,3	12:07,8	55,9	00:38,4	3,0	08:40,7
Orga	04:11,1	17,2	01:49,7	9,3	00:00,0		5:00,9	23,3	00:34,4
FK	00:00,0		00:13,4	1,1	00:00,0		00:00,0		00:00,0
FDK	00:44,9	3,1	02:26,1	12,4	00:00,0		00:00,0		00:52,8
Physikdidaktik – Sitzung 11, Wärmelehre									
Sichtung Daten			00:14:37,7		00:12:52,3		00:15:19,3		00:14:36,1
Bearbeitung diagn. Aufgabe			00:23:25,0		00:24:44,0		00:24:14,7		00:21:48,2
Off-Task			00:00,9	0,1	01:46,3	7,2	03:12,6	13,2	04:31,5
Orga			04:06,3	17,5	04:19,6	17,5	02:55,8	12,1	01:15,4
FK			00:00,0		00:00,0		00:09,7	0,7	01:08,7
FDK			00:46,1	3,3	00:04,4	0,3	00:33,1	2,3	00:09,5

Physikdidaktik – Sitzung 13, Pendel										
Sichtung Daten	00:28:13,9		00:25:49,1		00:29:12,2		00:28:37,9		00:30:35,6	
Bearbeitung diagn. Aufgabe	00:19:31,8		00:21:58,4		00:24:44,0		00:19:45,8		00:16:57,7	
Off-Task	00:23,5	2,0	00:00,0		00:00,0		00:18,6	1,6	07:49,5	46,1
Orga	01:18,3	6,7	01:02,5	4,7	03:43,4	20,9	02:09,3	10,9	00:51,3	5,0
FK	00:00,0		00:00,0		01:08,3	6,4	00:00,0		01:19,2	7,8
FDK	00:00,0		00:04,0	0,3	00:00,0		00:00,0		00:00,0	
Mathematikdidaktik										
Sichtung Daten	nicht kodiert		02:10:49,0		nicht kodiert					
Bearbeitung diagn. Aufgabe			01:07:31,1							
Off-Task			00:48,9	0,6						
Orga			28:35,5	21,9						
FK			00:11,6	0,1						
FDK			01:07,3	0,9						

Anhang L – Übersicht Kodierungen *Fokus*

Übersicht der absoluten Häufigkeiten für die Kategorie III – *Fokus* (Erläuterungen: Sit – Sitzung; EB – Eingangsbefragung, AB - Abschlussbefragung)

Video- analysen	Schüler*innen										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	312	46	16	31	3	10	10	28	21	10	137
AG11KA	242	38	43	27	12	6	3	0	56	33	24
SI13HA	214	26	20	48	23	21	2	0	34	24	16
GA25HA	436	46	24	59	-	-	27	62	66	67	85
TH07WE	285	25	23	53	-	-	14	53	30	60	27
CO22SC	661	46	43	128	19	63	10	56	89	36	171
AN18HE	358	45	19	36	25	39	21	66	-	20	87
MA12LI	512	37	14	78	31	62	15	84	-	55	136
Video- analysen	Lehrkraft										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	24	1	3	7	0	0	0	0	0	0	13
AG11KA	9	1	1	1	0	0	0	0	0	5	1
SI13HA	8	0	1	1	0	0	0	0	0	6	0
GA25HA	27	0	1	5	-	-	0	0	0	11	10
TH07WE	16	2	2	3	-	-	0	0	0	5	4
CO22SC	43	14	9	12	0	0	0	0	0	3	5
AN18HE	33	7	12	3	0	1	0	0	-	0	10
MA12LI	28	4	5	9	0	0	0	0	-	3	7
Video- analysen	Material/Instruktion										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	34	1	12	1	0	0	0	1	0	5	14
AG11KA	51	12	15	16	0	0	0	0	0	8	0
SI13HA	43	9	10	8	1	1	0	0	0	13	1
GA25HA	76	19	10	12	-	-	0	0	0	27	8
TH07WE	56	13	9	5	-	-	0	0	0	24	5
CO22SC	120	23	14	15	0	0	0	0	3	40	25
AN18HE	40	3	2	14	1	1	0	3	-	10	6
MA12LI	91	7	9	14	0	1	0	2	-	43	15

Video- analysen	Experiment/Sachverhalt										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
AG11KA	6	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1
SI13HA	10	1	2	0	1	0	0	0	0	6	0
GA25HA	9	3	1	2	-	-	0	0	0	1	2
TH07WE	10	4	2	3	-	-	0	0	0	0	1
CO22SC	17	6	1	2	0	0	1	0	0	7	0
AN18HE	8	0	2	2	0	0	0	1		2	1
MA12LI	17	2	3	5	2	0	0	1		1	3
Video- analysen	Sonstiges										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	1	0	0	0	-	-	0	0	0	0	1
TH07WE	1	0	0	0	-	-	0	0	0	1	0
CO22SC	7	0	0	5	0	0	0	0	0	1	1
AN18HE	9	2	1	1	0	0	1	0	-	2	2
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
Video- analysen	Interaktion										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
AG11KA	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
SI13HA	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
GA25HA	3	0	0	0	-	-	0	0	0	3	0
TH07WE	1	0	1	0	-	-	0	0	0	0	0
CO22SC	4	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0
AN18HE	3	0	2	1	0	0	0	0	-	0	0
MA12LI	4	0	1	1	0	0	0	0	-	0	2

schriftliche Analysen	Schüler*innen					Lehrkraft				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	62	9	17	15	21	5	5	0	0	0
AG11KA	94	13	24	29	28	7	3	2	2	0
SI13HA	100	18	29	27	26	5	2	2	1	0
GA25HA	90	23	26	21	20	7	5	1	1	0
TH07WE	109	27	32	30	20	21	9	3	4	5
CO22SC	70	8	17	22	23	13	9	1	2	1
AN18HE	100	15	38	28	19	4	0	0	1	3
MA12LI	61	3	9	22	27	2	1	1	0	0
schriftliche Analysen	Material/Instruktion					Experiment/Sachverhalt				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0
TH07WE	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
CO22SC	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	Sonstiges					Interaktion				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
SI13HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
TH07WE	0	0	0	0	0	5	4	0	1	0
CO22SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang M –**Übersicht Kodierungen *inhaltlicher Gegenstand***

Übersicht der absoluten Häufigkeiten für die Kategorie IV – *inhaltlicher Gegenstand* (Erläuterungen: FI: fachinhaltlich orientierte Aspekte, FD: fachdidaktisch orientierte Aspekte, MOT: motivational-emotional orientierte Aspekte, SD: sozial orientierte Aspekte, ÜF: übergeordnete Faktoren des Lernprozesses; Sit – Sitzung; EB – Eingangsbefragung, AB - Abschlussbefragung)

Video- analysen	FI – Kenntnisse										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	226	48	13	35	3	10	5	9	10	7	86
AG11KA	203	42	53	40	10	5	1	0	14	29	9
SI13HA	184	33	26	51	22	15	0	0	13	18	6
GA25HA	356	52	34	65	-	-	20	38	46	49	52
TH07WE	225	31	32	56	-	-	8	24	21	42	11
CO22SC	557	64	52	149	18	55	1	17	54	35	112
AN18HE	291	45	22	47	18	37	12	32	-	24	54
MA12LI	384	39	20	91	28	51	2	35	-	41	77
Video- analysen	FI – fachliche Passung										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1
AG11KA	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SI13HA	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	4	3	0	0	-	-	0	0	0	0	1
TH07WE	11	6	0	0	-	-	0	0	0	4	1
CO22SC	13	4	1	4	0	0	0	0	1	3	0
AN18HE	5	1	0	1	1	0	0	1	-	0	1
MA12LI	10	0	1	0	2	0	0	0	-	4	3
Video- analysen	FD – Niveauezuschreibungen										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	57	6	2	3	1	0	2	0	40	2	1
AG11KA	57	6	2	3	1	0	2	0	40	2	1
SI13HA	40	0	1	12	2	4	2	0	19	0	0
GA25HA	70	5	1	5	-	-	7	25	11	9	7
TH07WE	48	1	2	4	-	-	6	27	4	4	0
CO22SC	114	4	0	2	2	3	8	35	24	3	33
AN18HE	48	0	3	2	2	3	5	30	-	2	1
MA12LI	82	3	1	5	0	2	5	47	-	10	9

Video-analysen	FD – strukturelle Passung										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	21	0	9	0	0	0	0	1	0	6	5
AG11KA	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	15	2	3	0	0	0	0	0	0	9	1
GA25HA	37	4	1	5	-	-	0	0	0	19	8
TH07WE	20	4	1	1	-	-	0	0	0	11	3
CO22SC	56	3	2	2	0	0	0	0	2	36	11
AN18HE	16	1	7	1	0	1	0	1	-	0	5
MA12LI	36	4	6	4	1	2	0	1	-	13	5
Video-analysen	FD – Methodik										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
AG11KA	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1
SI13HA	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
GA25HA	26	3	1	4	-	-	0	0	0	11	7
TH07WE	14	0	0	4	-	-	0	0	0	9	1
CO22SC	34	5	9	4	0	0	0	0	1	8	7
AN18HE	11	5	0	1	0	0	0	0	-	3	2
MA12LI	29	0	2	2	0	1	0	0	-	21	3
Video-analysen	MOT – Motivation										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GA25HA	1	0	0	0	-	-	0	0	0	0	1
TH07WE	2	0	0	0	-	-	0	0	0	0	2
CO22SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	4	0	1	1	0	0	0	0	-	0	2
MA12LI	1	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0
Video-analysen	MOT – Erleben										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
AG11KA	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
SI13HA	7	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3
GA25HA	4	0	0	0	-	-	0	0	0	1	3
TH07WE	6	0	0	0	-	-	0	0	0	2	4
CO22SC	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AN18HE	5	0	0	0	2	1	0	0	-	0	2
MA12LI	3	1	0	0	0	0	0	0	-	0	2

Video- analysen	MOT – Interesse										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SI13HA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GA25HA	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0
TH07WE	2	0	0	0	-	-	0	0	0	0	2
CO22SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	2	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1
MA12LI	1	0	0	0	0	1	0	0	-	0	0
Video- analysen	MOT – Mitarbeit										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
AG11KA	11	0	0	0	1	2	0	0	0	0	8
SI13HA	5	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2
GA25HA	14	1	0	0	-	-	0	0	0	1	12
TH07WE	4	0	0	0	-	-	0	0	0	1	3
CO22SC	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4
AN18HE	10	0	0	0	3	0	0	0	-	2	5
MA12LI	17	0	0	1	1	1	2	0	-	1	11
Video- analysen	SD – Soziodynamik										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
AG11KA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SI13HA	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
GA25HA	2	0	0	0	-	-	0	0	0	0	2
TH07WE	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0
CO22SC	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
AN18HE	13	0	2	0	0	0	1	1	-	0	9
MA12LI	4	0	0	0	0	0	0	0	-	0	4
Video- analysen	ÜF – Arbeitsablauf										
	Ge- samt	Physik									Ma- the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	33	0	0	0	0	0	3	0	0	1	29
AG11KA	22	1	1	1	0	0	0	0	2	15	2
SI13HA	18	0	0	2	1	0	0	0	0	14	1
GA25HA	48	0	0	2	-	-	0	0	9	16	21
TH07WE	27	0	0	0	-	-	0	2	6	13	6
CO22SC	66	0	4	0	0	5	0	6	8	3	40
AN18HE	38	0	0	2	0	3	4	7	-	4	18
MA12LI	88	1	0	3	4	7	5	7	-	19	42

Video-analysen	ÜF – allgemeine kognitive Merkmale										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SI13HA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
GA25HA	3	0	0	0	-	-	0	0	0	0	3
TH07WE	3	0	0	0	-	-	0	0	0	0	3
CO22SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
Video-analysen	Sonstiges										
	Ge-samt	Physik									Ma-the
		Sit. 2	Sit. 3	Sit. 4	Sit. 5	Sit. 6	Sit. 7	Sit. 9	Sit. 11	Sit. 13	
JU16GI	11	0	3	1	0	0	0	0	0	0	7
AG11KA	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SI13HA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
GA25HA	3	0	0	0	-	-	0	0	0	0	3
TH07WE	2	0	0	0	-	-	0	0	0	2	0
CO22SC	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
AN18HE	10	2	0	0	0	0	2	0	-	0	6
MA12LI	7	0	0	0	0	0	0	0	-	1	6
schriftliche Analysen	FI – Kenntnisse					FI – fachliche Passung					
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe		
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB	
JU16GI	33	13	6	5	9	0	0	0	0	0	
AG11KA	34	11	15	3	5	0	0	0	0	0	
SI13HA	47	15	21	4	7	1	1	0	0	0	
GA25HA	45	22	15	3	5	0	0	0	0	0	
TH07WE	60	12	28	12	8	0	0	0	0	0	
CO22SC	36	10	9	9	7	0	0	0	0	0	
AN18HE	12	2	3	2	3	0	0	0	0	0	
MA12LI	23	5	6	11	1	1	1	0	0	0	
schriftliche Analysen	FD – Niveauezuschreibungen					FD – strukturelle Passung					
	Ge-samt	Physik		Mathe		Ge-samt	Physik		Mathe		
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB	
JU16GI	19	0	3	6	10	0	0	0	0	0	
AG11KA	36	0	0	17	19	0	0	0	0	0	
SI13HA	30	0	1	12	17	1	0	0	1	0	
GA25HA	44	2	10	18	14	1	0	0	1	0	
TH07WE	23	1	5	8	9	1	1	0	0	0	
CO22SC	37	0	20	12	5	1	0	0	1	0	
AN18HE	34	0	6	13	15	0	0	0	0	0	
MA12LI	31	0	6	18	7	1	1	0	0	0	

schriftliche Analysen	FD – Methodik					MOT – Motivation				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	4	4	3	1	0	0	0	0	0	0
SI13HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA25HA	13	8	2	0	3	0	0	0	0	0
TH07WE	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0
CO22SC	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0
AN18HE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
MA12LI	8	6	1	0	1	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	MOT – Erleben					MOT – Interesse				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0
AG11KA	11	2	3	2	4	1	0	1	0	0
SI13HA	5	1	1	2	1	0	0	0	0	0
GA25HA	2	0	2	1	1	2	1	1	0	0
TH07WE	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
CO22SC	15	1	9	3	2	1	0	0	1	0
AN18HE	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0
MA12LI	11	0	0	5	6	0	0	0	0	0
schriftliche Analysen	MOT – Mitarbeit					SD – Sozialdynamik				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
AG11KA	1	0	0	1	0	6	4	0	1	1
SI13HA	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0
GA25HA	3	1	0	1	1	4	4	0	0	0
TH07WE	0	0	0	0	0	4	1	1	2	0
CO22SC	5	1	1	3	0	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0	4	0	0	3	1
MA12LI	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
schriftliche Analysen	ÜF – Arbeitsablauf					ÜF – allg. kogn. Merkmale				
	Gesamt	Physik		Mathe		Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB		EB	AB	EB	AB
JU16GI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG11KA	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0
SI13HA	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0
GA25HA	5	0	4	0	1	3	3	0	0	0
TH07WE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CO22SC	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AN18HE	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0
MA12LI	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0

schriftliche Analysen	Sonstige				
	Gesamt	Physik		Mathe	
		EB	AB	EB	AB
JU16GI	0	0	0	0	0
AG11KA	0	0	0	0	0
SI13HA	0	0	0	0	0
GA25HA	0	0	0	0	0
TH07WE	0	0	0	0	0
CO22SC	0	0	0	0	0
AN18HE	0	0	0	0	0
MA12LI	0	0	0	0	0

Anhang N –

Übersicht Wilcoxon-Test zu allen Relevanzitems

Übersicht der Kennzahlen des für die einzelnen Relevanzitems durchgeführten Wilcoxon-Tests (Hervorhebung in grau-Abstufungen für signifikante, vorsignifikante und tendenzielle Veränderungen im prä-post-Vergleich).

Wilcoxon-Test abhängiger Stichproben für die Relevanzeinschätzung							
physikdidaktischer Kurs							
Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	prä	prä	prä				
	post	post	post				
Diagnostik mit Blick auf späteres Berufsleben besonders relevant	4,42	0,67	5	38	0,343	$T = 81,50$	$r = 0,11$
	4,26	0,71	4				
Diagnostik wichtig für guten Unterricht	4,53	0,64	5	38	0,234	$T = 53,00$	$r = 0,14$
	4,34	0,80	4,5				
Themenfeld der Diagnostik wird als interessant erlebt	3,86	0,84	4	38	0,088	$T = 49,00$	$r = 0,20$
	3,66	0,93	4				
Studium vermittelt VIELE Inhalte, die als man als Lehrkraft später braucht	4,05	0,76	4	38	0,926	$T = 113,00$	$r = 0,01$
	4,05	0,94	4				
Relevanz Kriterien guten (Physik-)Unterrichts	4,03	0,81	4	38	0,040	$T = 94,00$	$r = 0,24$
	4,32	0,73	4				
Relevanz Schülervorstellungen	4,92	0,27	5	38	0,020	$T = 5,00$	$r = 0,27$
	4,74	0,44	5				
Relevanz Lernziele Bildungsstandards, Kerncurricula	4,05	0,72	4	38	0,617	$T = 76,50$	$r = 0,06$
	4,11	0,85	4				
Relevanz Befunde aus Bildungsstudien	3,92	0,70	4	38	0,381	$T = 45,50$	$r = 0,10$
	3,82	0,76	4				
Relevanz Videoanalysen	3,89	0,79	4	38	0,150	$T = 154,50$	$r = 0,17$
	3,61	0,93	4				
Relevanz Diagnostik (post)	4,24	0,70					
Relevanz Kriterien zur Diagnostik/Analyse (post)	4,16	0,67					
Relevanz Experimente im Physikunterricht (prä)	4,26	0,68					
Relevanz Unterscheidung erfahrbar/nicht erfahrbar (prä)	4,47	0,64					

mathematikdidaktischer Kurs							
Item	MW	Standardabw.	Median	N	Signifikanz	Teststatistik T	Effektstärke
	prä	prä	prä				
	post	post	post				
Diagnostik mit Blick auf späteres Berufsleben besonders relevant	4,67	0,56	5	21	0,317	$T = 15,00$	$r = 0,15$
	4,81	0,39	5				
Diagnostik wichtig für guten Unterricht	4,67	0,56	5	21	0,527	$T = 17,50$	$r = 0,10$
	4,76	0,43	5				
Themenfeld der Diagnostik wird als interessant erlebt	4,24	1,02	5	21	0,357	$T = 30,00$	$r = 0,14$
	4,43	0,73	5				
Studium vermittelt VIELE Inhalte, die als man als Lehrkraft später braucht	3,57	0,95	4	20	0,890	$T = 65,50$	$r = 0,02$
	3,65	1,11	4				
Relevanz (themenspezifische) GV	4,63	0,58	5	19	0,248	$T = 13,50$	$r = 0,18$
	4,48	0,73	5				
Relevanz Schülervorstellungen	4,68	0,46	5	19	0,257	$T = 20,00$	$r = 0,17$
	4,86	0,35	5				
Relevanz Lernziele Bildungsstandards, Kerncurricula	4,26	0,64	4	19	0,627	$T = 23,00$	$r = 0,07$
	4,19	0,73	4				
Relevanz Stufen des Begriffslernens	3,74	0,64	4	19	0,380	$T = 19,00$	$r = 0,14$
	3,90	0,68	4				
Relevanz Befunde aus Bildungsstudien	3,42	1,14	4	19	0,458	$T = 34,40$	$r = 0,11$
	3,67	0,89	3				
Relevanz Videoanalyse (post)	4,00	0,87					
Relevanz Diagnostik (post)	4,67	0,56					

Danksagung

Die letzte Seite meiner Arbeit möchte ich nutzen, um mich aufrichtig und herzlich bei allen zu bedanken, die mich in den letzten Jahren bei der Achterbahnfahrt Promotion in vielfältiger Art und Weise begleitet und unterstützt haben.

Mein erster Dank gilt natürlich meinen beiden Betreuerinnen, Claudia von Aufschnaiter, meiner Doktormutter, und Katja Lengnink, meiner Doktor-Patentante. Vielen Dank, dass ich mich auf Euch verlassen konnte, Ihr an mich geglaubt habt und mich fortwährend unterstützt habt, auch bei mit der Arbeit zu vereinbarenden persönlichen Anliegen. In euren Fragen, kritisch-konstruktiven Rückmeldungen und unzähligen Hinweisen bzw. Kommentaren habt Ihr Euch immer hervorragend ergänzt, sodass ich eure Doppelbetreuung stets als Bereicherung wahrgenommen habe.

Daneben möchte ich insbesondere der Arbeitsgruppe Physikdidaktik in Gießen ganz besonders danken, sowohl den aktuellen als auch zahlreichen ehemaligen Mitarbeiter*innen. Die Arbeitsatmosphäre ist einzigartig, konstruktiv-kritisch, manchmal spitzfindig und trotzdem freundschaftlich. Man konnte sich immer darauf verlassen, dass sich bei Schwierigkeiten jemand zur Beratung fand und auf die umfangreiche Unterstützung aller zählen. Mein besonderer Dank gilt dabei Daniel, Christoph und Verena für die hilfreichen Diskussionen und die zahlreichen individuellen Zuarbeiten, Rückmeldungen bzw. Anregungen, aber auch für die unzähligen wunderbar komischen Off-Task-Aktionen, durch die ich die Zeit durchweg positiv in Erinnerung halten werden. All das weiß man erst richtig zu schätzen, wenn man nicht mehr da ist! Umso mehr freut es mich, dass zu einigen Personen richtige Freundschaften entstanden sind, die mich hoffentlich noch lange begleiten werden.

Mein dritter Dank gilt sowohl den Studierenden, die bereitwillig und engagiert an meiner Untersuchung teilgenommen haben, als auch den Hilfskräften, die mich bei der Aufbereitung meiner Daten tatkräftig unterstützt haben. Daneben möchte ich mich an dieser Stelle auch nochmal bei der Deutschen Telekomstiftung für die Finanzierung des Verbundprojektes und die damit verbundene Möglichkeit zu einer solch intensiven Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen bedanken.

Ganz besonders danke ich auch meinen Freunden, die mich vor allem moralisch, zum Teil aber auch beratend oder ablenkend unterstützt und mitgefiebert haben.

Der letzte, gleichzeitig aber auch bedeutendste Dank gilt meiner Familie: Meinen beiden Töchtern Lilly und Charlotte für ihr unbewusstes Verständnis für Mamas Arbeit, aber auch die familiären Auszeiten und spielerischen Ablenkungen; meinem Mann Pascal für den Zuspruch, das Verständnis, die Geduld und den Rückhalt; und ganz besonders meinen Eltern Karola und Torsten, die mich und uns als Familie immer unterstützen und mir zuletzt zum Finalisieren der Arbeit und vorbereiten der Disputation die nötige Zeit und Ruhe ermöglicht haben, egal wie anstrengend es war. Ich bin dankbar für eure bedingungslose Liebe und Unterstützung!

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-Burkhart: 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 Lehrerrepräsentation 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 instrukionaler 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: Lese geschichten 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 Schüßler: 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 Finkenbergr: 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
- 264 Hauke Bartels: Entwicklung und Bewertung eines performanznahen Videovignetten-tests zur Messung der Erklärfähigkeit von Physiklehrkräften
ISBN 978-3-8325-4804-9 37.00 EUR
- 265 Karl Marniok: Zum Wesen von Theorien und Gesetzen in der Chemie. *Begriffsanalyse und Förderung der Vorstellungen von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4805-6 42.00 EUR
- 266 Marisa Holzapfel: Fachspezifischer Humor als Methode in der Gesundheitsbildung im Übergang von der Primarstufe zur Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-4808-7 50.00 EUR
- 267 Anna Stolz: Die Auswirkungen von Experimentiersituationen mit unterschiedlichem Öffnungsgrad auf Leistung und Motivation der Schülerinnen und Schüler
ISBN 978-3-8325-4781-3 38.00 EUR
- 268 Nina Ulrich: Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. *Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*
ISBN 978-3-8325-4814-8 43.50 EUR

- 269 Kim-Alessandro Weber: Quantenoptik in der Lehrerfortbildung. *Ein bedarfsgeprägtes Fortbildungskonzept zum Quantenobjekt Photon mit Realexperimenten*
ISBN 978-3-8325-4792-9 55.00 EUR
- 270 Nina Skorsetz: Empathisierer und Systematisierer im Vorschulalter. *Eine Fragebogen- und Videostudie zur Motivation, sich mit Naturphänomenen zu beschäftigen*
ISBN 978-3-8325-4825-4 43.50 EUR
- 271 Franziska Kehne: Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4846-9 45.00 EUR
- 272 Markus Elsholz: Das akademische Selbstkonzept angehender Physiklehrkräfte als Teil ihrer professionellen Identität. *Dimensionalität und Veränderung während einer zentralen Praxisphase*
ISBN 978-3-8325-4857-5 37.50 EUR
- 273 Joachim Müller: Studienerfolg in der Physik. *Zusammenhang zwischen Modellierungskompetenz und Studienerfolg*
ISBN 978-3-8325-4859-9 35.00 EUR
- 274 Jennifer Dörscheln: Organische Leuchtdioden. *Implementation eines innovativen Themas in den Chemieunterricht*
ISBN 978-3-8325-4865-0 59.00 EUR
- 275 Stephanie Strelow: Beliefs von Studienanfängern des Kombi-Bachelors Physik über die Natur der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4881-0 40.50 EUR
- 276 Dennis Jaeger: Kognitive Belastung und aufgabenspezifische sowie personenspezifische Einflussfaktoren beim Lösen von Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-4928-2 50.50 EUR
- 277 Vanessa Fischer: Der Einfluss von Interesse und Motivation auf die Messung von Fach- und Bewertungskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4933-6 39.00 EUR
- 278 René Dohrmann: Professionsbezogene Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Veranstaltung. *Eine multimethodische Studie zu den professionsbezogenen Wirkungen einer Lehr-Lern-Labor-Blockveranstaltung auf Studierende der Bachelorstudiengänge Lehramt Physik und Grundschulpädagogik (Sachunterricht)*
ISBN 978-3-8325-4958-9 40.00 EUR
- 279 Meike Bergs: Can We Make Them Use These Strategies? *Fostering Inquiry-Based Science Learning Skills with Physical and Virtual Experimentation Environments*
ISBN 978-3-8325-4962-6 39.50 EUR
- 280 Marie-Therese Hauerstein: Untersuchung zur Effektivität von Strukturierung und Binnendifferenzierung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Strukturierungshilfe Lernleiter*
ISBN 978-3-8325-4982-4 42.50 EUR

- 281 Verena Zucker: Erkennen und Beschreiben von formativem Assessment im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Entwicklung eines Instruments zur Erfassung von Teilfähigkeiten der professionellen Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-4991-6 38.00 EUR
- 282 Victoria Telser: Erfassung und Förderung experimenteller Kompetenz von Lehrkräften im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4996-1 50.50 EUR
- 283 Kristine Tschirschky: Entwicklung und Evaluation eines gedächtnisorientierten Aufgabendesigns für Physikaufgaben
ISBN 978-3-8325-5002-8 42.50 EUR
- 284 Thomas Elert: Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab
ISBN 978-3-8325-5004-2 41.50 EUR
- 285 Britta Kalthoff: Explizit oder implizit? *Untersuchung der Lernwirksamkeit verschiedener fachmethodischer Instruktionen im Hinblick auf fachmethodische und fachinhaltliche Fähigkeiten von Sachunterrichtsstudierenden*
ISBN 978-3-8325-5013-4 37.50 EUR
- 286 Thomas Dickmann: Visuelles Modellverständnis und Studienerfolg in der Chemie. *Zwei Seiten einer Medaille*
ISBN 978-3-8325-5016-5 44.00 EUR
- 287 Markus Sebastian Feser: Physiklehrkräfte korrigieren Schülertexte. *Eine Explorationsstudie zur fachlich-konzeptuellen und sprachlichen Leistungsfeststellung und -beurteilung im Physikunterricht*
ISBN 978-3-8325-5020-2 49.00 EUR
- 288 Matylda Dudzinska: Lernen mit Beispielaufgaben und Feedback im Physikunterricht der Sekundarstufe 1. *Energieerhaltung zur Lösung von Aufgaben nutzen*
ISBN 978-3-8325-5025-7 47.00 EUR
- 289 Ines Sonnenschein: Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor
ISBN 978-3-8325-5033-2 52.00 EUR
- 290 Florian Simon: Der Einfluss von Betreuung und Betreuenden auf die Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen. *Eine Zusammenhangsanalyse von Betreuungsqualität, Betreuermerkmalen und Schülerlaborzielen sowie Replikationsstudie zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen*
ISBN 978-3-8325-5036-3 49.50 EUR
- 291 Marie-Annette Geyer: Physikalisch-mathematische Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge. *Das Vorgehen von SchülerInnen der Sekundarstufe 1 und ihre Schwierigkeiten*
ISBN 978-3-8325-5047-9 46.50 EUR
- 292 Susanne Digel: Messung von Modellierungskompetenz in Physik. *Theoretische Herleitung und empirische Prüfung eines Kompetenzmodells physikspezifischer Modellierungskompetenz*
ISBN 978-3-8325-5055-4 41.00 EUR

- 293 Sönke Janssen: Angebots-Nutzungs-Prozesse eines Schülerlabors analysieren und gestalten. *Ein design-based research Projekt*
ISBN 978-3-8325-5065-3 57.50 EUR
- 294 Knut Wille: Der Productive Failure Ansatz als Beitrag zur Weiterentwicklung der Aufgabenkultur
ISBN 978-3-8325-5074-5 49.00 EUR
- 295 Lisanne Kraeva: Problemlösestrategien von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5110-0 59.50 EUR
- 296 Jenny Lorentzen: Entwicklung und Evaluation eines Lernangebots im Lehramtsstudium Chemie zur Förderung von Vernetzungen innerhalb des fachbezogenen Professionswissens
ISBN 978-3-8325-5120-9 39.50 EUR
- 297 Micha Winkelmann: Lernprozesse in einem Schülerlabor unter Berücksichtigung individueller naturwissenschaftlicher Interessenstrukturen
ISBN 978-3-8325-5147-6 48.50 EUR
- 298 Carina Wöhlke: Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung angehender Physiklehrkräfte
ISBN 978-3-8325-5149-0 43.00 EUR
- 299 Thomas Schubatzky: Das Amalgam Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht. *Eine multiperspektivische Betrachtung in Deutschland und Österreich*
ISBN 978-3-8325-5159-9 50.50 EUR
- 300 Amany Annaggar: A Design Framework for Video Game-Based Gamification Elements to Assess Problem-solving Competence in Chemistry Education
ISBN 978-3-8325-5150-6 52.00 EUR
- 301 Alexander Engl: CHEMIE PUR – Unterrichten in der Natur: *Entwicklung und Evaluation eines kontextorientierten Unterrichtskonzepts im Bereich Outdoor Education zur Veränderung der Einstellung zu „Chemie und Natur“*
ISBN 978-3-8325-5174-2 59.00 EUR
- 302 Christin Marie Sajons: Kognitive und motivationale Dynamik in Schülerlaboren. *Kontextualisierung, Problemorientierung und Autonomieunterstützung der didaktischen Struktur analysieren und weiterentwickeln*
ISBN 978-3-8325-5155-1 56.00 EUR
- 303 Philipp Bitzenbauer: Quantenoptik an Schulen. *Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*
ISBN 978-3-8325-5123-0 59.00 EUR
- 304 Malte S. Ubben: Typisierung des Verständnisses mentaler Modelle mittels empirischer Datenerhebung am Beispiel der Quantenphysik
ISBN 978-3-8325-5181-0 43.50 EUR
- 305 Wiebke Kuske-Janßen: Sprachlicher Umgang mit Formeln von LehrerInnen im Physikunterricht am Beispiel des elektrischen Widerstandes in Klassenstufe 8
ISBN 978-3-8325-5183-4 47.50 EUR

- 306 Kai Bliesmer: Physik der Küste für außerschulische Lernorte. *Eine Didaktische Rekonstruktion*
ISBN 978-3-8325-5190-2 58.00 EUR
- 307 Nikola Schild: Eignung von domänenspezifischen Studieneingangsvariablen als Prädiktoren für Studienerfolg im Fach und Lehramt Physik
ISBN 978-3-8325-5226-8 42.00 EUR
- 308 Daniel Averbeck: Zum Studienerfolg in der Studieneingangsphase des Chemiestudiums. *Der Einfluss kognitiver und affektiv-motivationaler Variablen*
ISBN 978-3-8325-5227-5 51.00 EUR
- 309 Martina Strübe: Modelle und Experimente im Chemieunterricht. *Eine Videostudie zum fachspezifischen Lehrerwissen und -handeln*
ISBN 978-3-8325-5245-9 45.50 EUR
- 310 Wolfgang Becker: Auswirkungen unterschiedlicher experimenteller Repräsentationen auf den Kenntnisstand bei Grundschulkindern
ISBN 978-3-8325-5255-8 50.00 EUR
- 311 Marvin Rost: Modelle als Mittel der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Entwicklung und quantitative Dimensionalitätsanalyse eines Testinstruments aus epistemologischer Perspektive*
ISBN 978-3-8325-5256-5 44.00 EUR
- 312 Christina Kobl: Förderung und Erfassung der Reflexionskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5259-6 41.00 EUR
- 313 Ann-Kathrin Beretz: Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts – *eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik*
ISBN 978-3-8325-5288-6 45.00 EUR
- 314 Judith Breuer: Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen. *Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik*
ISBN 978-3-8325-5293-0 50.50 EUR
- 315 Michaela Oettle: Modellierung des Fachwissens von Lehrkräften in der Teilchenphysik. *Eine Delphi-Studie*
ISBN 978-3-8325-5305-0 57.50 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 Martin Hopf, Hans Niedderer, Mathias Ropohl 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 im deutschsprachigen Raum.

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:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien,
Österreichisches Kompetenzzentrum
für Didaktik der Physik,
Porzellangasse 4, Stiege 2,
1090 Wien, Österreich,
Tel. +43-1-4277-60330,
e-mail: martin.hopf@univie.ac.at

Prof. Dr. Hans Niedderer
Inst. f. Didaktik der Naturwissenschaften,
Abt. Physikdidaktik,
FB Physik/ Elektrotechnik,
Universität Bremen,
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen
Tel. 0421-218 4695 (Sekretariat),
e-mail: niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Mathias Ropohl
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen,
Tel. 0201-183 2704,
e-mail: mathias.ropohl@uni-due.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth
Didaktik der Chemie,
Fakultät für Chemie,
Universität Duisburg-Essen,
Schützenbahn 70, 45127 Essen
Tel. 0201-183 3757/3761,
e-mail: elke.sumfleth@uni-due.de

Eine lernendenorientierte und adaptive Gestaltung von Unterricht erfordert von den Lehrkräften, dass sie vorhandene Kompetenzen und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler diagnostizieren. Außerdem müssen sie die Anforderungen von Aufgaben mit Blick auf deren Passung zu den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler analysieren können. Eine derart verstandene „diagnostische Kompetenz“ wird als zentrales Professionalisierungsziel von Lehrkräften angesehen. Vor diesem Hintergrund wurden die diagnostischen Prozesse von acht Studierenden mit den Fächern Physik und Mathematik in zwei aufeinander folgenden Lehrveranstaltungen zur Diagnostik untersucht, um Potentiale und Lernhindernisse im Kompetenzaufbau zu identifizieren. In beiden Veranstaltungen bildeten Vignetten von Lernprozessen den Ausgangspunkt für studentische Diagnosen.

Forschungsgegenstand waren u. a. schriftliche Diagnosen der Studierenden im Prä-Post-Vergleich sowie auf Video aufgezeichnete studentische Diskurse bei der Diagnose von Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler. Die Analysen erfassen u. a., auf welche Komponenten eines Diagnoseprozesses die Studierenden in welcher Weise Bezug nehmen und welche (fach-) didaktischen Überlegungen bzw. Theoriebezüge sie in ihren Diagnosen als Referenzpunkte nutzen. Die Ergebnisse zeigen, dass auf struktureller Ebene zwar alle Komponenten thematisiert, aber inhaltlich nicht entlang einer typischen Abfolge miteinander verbunden werden. Trotz inhaltlicher Prompts wird nur selten explizit auf Theoriebezüge zurückgegriffen.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5288-6