

Münster, Thomas Christoph

Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik

Berlin : Logos Verlag 2022, VIII, 310 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 311) - (Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, 2021)



Quellenangabe/ Reference:

Münster, Thomas Christoph: Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik. Berlin : Logos Verlag 2022, VIII, 310 S. - (Studien zum Physik- und Chemielernen; 311) - (Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, 2021) - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-334333 - DOI: 10.25656/01:33433; 10.30819/5534

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-334333>

<https://doi.org/10.25656/01:33433>

in Kooperation mit / in cooperation with:



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

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Studien zum Physik- und Chemielernen

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

341

Thomas Christoph Münster

Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen?

Eine Videostudie zur Mechanik



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 341

Thomas Christoph Münster

Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen?

Eine Videostudie zur Mechanik

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 2022

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-5534-4

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>

**Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes
physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen?
Eine Videostudie zur Mechanik**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades

– Dr. rer. nat. –

am Fachbereich 07

(Mathematik und Informatik, Physik, Geografie)
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Thomas Christoph Münster

geboren in Alsfeld, wohnhaft in Hamburg

Institut für Didaktik der Physik

Juni 2021

Erstgutachterin: Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter

Zweitgutachter: Prof. Dr. Rainer Mehren

Prüferin: Prof. Dr. Katja Lengnink

Prüfer: Prof. Dr. Jürgen Kurtz

Tag der Disputation: 04. Oktober 2021

Für Marilena Christine Münster.
Danke für Unterstützung, Motivation, Liebe und Geduld!

Teile dieser Arbeit sind bereits erschienen in:

- Aufschnaiter, C. v., Münster, C. & Beretz, A.-K. (2018). Zielgerichtet und differenziert diagnostizieren. *MNU-Journal*, 71(6), 382–387.
- Münster, C. (2019). How do pre-service teachers use theoretical frameworks when diagnosing student thinking? In Dimitris Stavrou, Michail Kalogiannakis, Emily Michailidi, Athanasia Kokolaki & Argyris Nipyrakis (Hrsg.), *ESERA Summer School 2019 Book of Synopses* (S. 182–185). Kreta, Griechenland: University of Crete.
- Münster, C. & Aufschnaiter, C. v. (2019). Theoriebezüge von Lehramtsstudierenden beim Diagnostizieren. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 823–826). Regensburg: Universität Regensburg.
- Münster, C. & Aufschnaiter, C. v. (2020). Theoriebezüge in Diagnoseprozessen von Physiklehramtsstudierenden. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Gesellschaft von morgen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Wien 2019* (S. 928–931). Wien: Universität Duisburg-Essen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	9
2	Diagnostik.....	13
2.1	Diagnosearten	15
2.1.1	Förderanliegen: Förder- und Selektionsdiagnostik	15
2.1.2	Formalitätsgrad: Formelle und informelle Diagnostik	16
2.1.3	Gegenstand: Status-, Prozess-, Veränderungs- und Verlaufsdagnostik	17
2.2	Der Prozess des Diagnostizierens.....	20
2.2.1	Prozessmodell nach Jäger und exemplarische Auslegungen	20
2.2.2	Weitere exemplarische Modellierungen des Diagnoseprozesses	24
2.2.3	Konzeptualisierung des Diagnoseprozesses in dieser Arbeit	26
2.3	Theorie- und Empiriebezüge beim Diagnostizieren	30
2.3.1	Learning Progressions	32
2.3.2	Theorie- und Empiriebezüge im Diagnoseprozess.....	36
2.4	Qualität von Diagnostik	38
2.5	Diagnostische Kompetenz.....	40
2.5.1	Diagnostische Kompetenz zum Fällen genauer Urteile.....	41
2.5.2	Modelle professioneller Kompetenz von Lehrkräften	43
2.5.3	Modelle und Standards für diagnostische Kompetenz.....	45
2.5.4	(Diagnostische) Kompetenz als Kontinuum	51
2.5.5	Diagnostische Kompetenz im Rahmen dieser Arbeit	53
2.6	Diagnostik im Kontrast zu ähnlichen Konstrukten	54
2.6.1	Formatives Assessment.....	54
2.6.2	Noticing und Professional Vision	59
2.7	Diagnoseprozesse von Lehrkräften.....	65
2.7.1	Komponenten des Diagnoseprozesses.....	66
2.7.2	Das Dichotomisieren von Verständnis.....	68
2.7.3	Theorie- und Empiriebezüge	69
3	Ziele, Fragestellungen und Hypothesen der Studie	75
4	Daten und Auswertung.....	81
4.1	Datenerhebung	81

4.1.1	Kontext der Datenerhebung	81
4.1.2	Erhebungsinstrumente	85
4.1.3	Erhebungszeiträume	91
4.2	Stichprobe	92
4.2.1	Ausgewählte Daten	93
4.2.2	Soziodemografische Daten	96
4.3	Auswertung der Daten	99
4.3.1	Qualitative Inhaltsanalyse: Kategoriensystem	99
4.3.2	Qualitative Analyse der Nutzung der Learning Progression	115
5	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse	121
5.1	Auftreten von Komponenten	121
5.1.1	Komponenten – Aufgaben <i>Ball/ Stein</i> und <i>Schlitten</i>	122
5.1.2	Komponenten – Aufgabe modifiziertes Transkript <i>Ball/ Stein</i>	128
5.1.3	Komponenten – Aufgabe <i>Kreisbewegung</i>	132
5.1.4	Komponenten – Aufgabe <i>Luftkissenbahn</i>	136
5.1.5	Komponenten – Alle Aufgaben zusammengefasst	138
5.2	Inhalt der Komponenten	147
5.2.1	Inhalt der Komponenten – Fokus	148
5.2.2	Inhalt der Komponenten – Kompetenzaspekt	157
5.3	Nutzung von Theorie- und Empiriebezügen allgemein	166
5.4	Nutzung von Learning Progressions	179
5.4.1	Nutzungsarten der Studierenden: Ergebnisse zu den Sub-Codes	180
5.4.2	Nutzungsarten der Studierenden: Differenziertheit der Nutzung	193
5.4.3	Umstände der differenzierteren Nutzung von Learning Progressions	199
5.4.4	Nutzungsarten der Studierenden: Ergebnisse zu den Mapping-Prozessen	203
5.4.5	Nutzungsarten der Studierenden: Fachliche Themenbereiche	207
5.4.6	Nutzungsarten der Studierenden: Unangemessene Nutzungen	210
6	Zusammenfassung und Ausblick	213
6.1	Zentrale Ergebnisse der Studie	213
6.1.1	Fragenkomplex 1: Komponenten des Diagnoseprozesses	213
6.1.2	Fragenkomplex 2: Theorie – und Empiriebezüge allgemein	214
6.1.3	Fragenkomplex 3: Learning Progressions	215

6.2	Einschränkungen der Studie	217
6.3	Perspektiven für die Lehrerbildung	219
6.3.1	Komponenten des Diagnoseprozesses in der Lehrerbildung	219
6.3.2	Theorie – und Empiriebezüge in der Lehrerbildung	221
6.4	Perspektiven für die Forschung	222
	Literaturverzeichnis	225
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	235
	Anhang A: Einverständniserklärung für die Studierenden	245
	Anhang B: Soziodemografischer Fragebogen	247
	Anhang C: Kodiermanual	249
	Anhang D: Diagnosebogen	275
	Anhang E: Learning Progression-Berichte	277
	Danksagung	311

1 Einleitung

An Lehrkräfte werden im Unterricht unterschiedliche Erwartungen gestellt. Verschiedene Standards geben ihnen verbindlich vor, was im Unterricht thematisiert werden soll (u. a. die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz, KMK, 2004; 2020), welche Tätigkeiten im Unterricht ausgeführt werden sollen und welche Fähigkeiten und Fertigkeiten dafür nötig sind (u. a. Standards für die Lehrerbildung, KMK, 2019b). Dabei wird von ihnen erwartet, dass sie Unterricht gestalten, der nicht für Einzelpersonen, sondern für eine in der Regel heterogene Schülergruppen ausgelegt ist. Um dieser Heterogenität der Schüler*innen im Unterricht gerecht zu werden, ist es nötig, dass Lehrkräfte ihren Unterricht immer wieder so adaptieren, dass er zu den unterrichteten Schüler*innen passt. Diese Adaption erfordert, dass Lehrkräfte die Lernvoraussetzungen von Schüler*innen ermitteln und für eine anschließende Förderung nutzen können (u. a. Beck et al., 2008). Um Unterricht fruchtbar adaptieren zu können, ist es nötig, dass Lehrkräfte diagnostizieren. Darunter versteht man das Analysieren von Aussagen, Produkten und dem Verhalten von Schüler*innen sowie das Analysieren von Aufgabenanforderungen mit dem Ziel darauf aufbauend eine Förderung anzulegen (u. a. Ingenkamp & Lissmann, 2008). *Diagnostik* ist damit zentral für das Handeln von Lehrkräften im Unterricht und kann bereits in der ersten Phase der Lehrerbildung adressiert werden. Hier stellt sich für die Lehrerbildung die Frage, wie mit gezielten Instruktionen Diagnosearten, Kriterien zum Diagnostizieren und der Diagnoseprozess selbst Studierenden nähergebracht werden können, um einen Grundstein für adaptives Unterrichten zu legen.

Aufgrund der Zentralität von Diagnostik für den Unterricht, ist es nicht verwunderlich, dass sich in der Lehrerbildungsforschung und in den Fachdidaktiken schon intensiv mit Diagnostik auseinandergesetzt wurde. Dabei stand in der Forschung bisher insbesondere im Mittelpunkt, welche Fähigkeiten Lehrkräfte benötigen, um diagnostizieren zu können, also was *diagnostische Kompetenz* ausmacht (u. a. Baumert & Kunter, 2006, 2011). Hinter *diagnostischer Kompetenz* lag bisher oft ein Verständnis, das Diagnostik mit *Urteilsgenauigkeit* gleichsetzt. In zugehörigen Studien wird dabei untersucht, wie genau Urteile von Lehrkräften über Schülermerkmale mit real getesteten Schülermerkmalen übereinstimmen (u. a. Helmke, 2015). Diese Verengung auf das Fällern genauer Urteile wird jedoch auch kritisiert (u. a. Praetorius & Südkamp, 2017). v. Aufschnaiter et al. (2015) betonen, dass es sich bei *diagnostischer Kompetenz* um ein komplexes Bündel von Teilfähigkeiten handeln müsste (S. 739), was im Kontrast zu einer reinen Definition über die Urteilsgenauigkeit steht. *Wie* (angehende) Lehrkräfte diagnostizieren, also welcher Prozess hinter einer Diagnostik liegt, wurde bisher noch wenig untersucht. Jüngere Arbeiten modellieren (theoretisch oder empirisch abgesichert) Diagnoseprozesse, die aus verschiedenen Komponenten bestehen (u. a. Klug, Bruder, Kelava, Spiel & Schmitz, 2013) oder nutzen solche Modelle, um Diagnoseprozesse von (angehenden) Lehrkräften zu untersuchen (u. a. Beretz, 2021).

Neben dem deutschsprachigen Spezifikum von Diagnostik (und Förderung) gibt es in der internationalen Forschung Konstrukte, mit denen ähnliche Prozesse zum Analysieren von

Unterricht beschrieben und untersucht werden: Das *formative Assessment* und das *Noticing* bzw. die *Professional Vision*. Beim Untersuchen dieser Konstrukte wird in der Forschung nicht nur der dahinterliegende Prozess untersucht, sondern u. a. auch, wie (angehende) Lehrkräfte dabei mit Ressourcen umgehen, die sie im Analyseprozess zu Verfügung haben. Mit diesen Ressourcen sind u. a. das Wissen über Theorien und (zugehörige) empirische Befundlagen gemeint, die (angehende) Lehrkräfte nutzen, um ihren Analyseprozess zu bereichern, z. B. Wissen über Schülervorstellungen, Befundlagen zu Interesse und Motivation oder Modelle, die das Lernen von Schüler*innen beschreiben. Auch im Diagnoseprozess können solche *Theorie- und Empiriebezüge* hilfreich sein, um zielgerichtet und differenziert diagnostizieren zu können. Theorie-/Empiriebezüge, die insbesondere im angloamerikanischen Sprachraum in Verbindung mit dem formativen Assessment untersucht werden, sind *Learning Progressions* – Niveaumodelle, in denen der (hypothetische) Fortschritt im Verständnis zu einem bestimmten Themenkomplex durch unterschiedliche Niveaus abgebildet werden. *Learning Progressions* beinhalten auch dokumentierte Schülervorstellungen, geben diesen aber eine Reihenfolge im Lernprozess (vgl. Gotwals & Anderson, 2015).

Betrachtet man die Überschneidungspunkte der erwähnten Konstrukte und von Diagnostik, dann ist davon auszugehen, dass *Learning Progressions* auch im Diagnoseprozess genutzt werden können, um das fachliche Verständnis von Schüler*innen analysieren zu können. So können *Learning Progressions* den Diagnoseprozess u. a. dadurch bereichern, dass das differenzierte(re) Erfassen von Verständnissen möglich ist, anstatt ein Verständnis dichotom als (fachlich) falsch oder richtig zu werten. Lernfortschritte können so differenzierter wahrgenommen werden, auch wenn das Verständnis aus fachlicher Sicht noch nicht vollständig angemessen ist. Bisher gibt es jedoch kaum Erkenntnisse darüber, inwiefern Lehrkräfte oder Studierende Theorie-/Empiriebezüge beim Diagnostizieren nutzen – insbesondere wurde der Diagnoseprozess bisher kaum in Verbindung mit *Learning Progressions* untersucht.

Vor diesem Hintergrund stellt sich für Forschung und universitäre Lehrerbildung die Frage, wie Studierenden schon in der ersten Phase der Ausbildung strukturell an Diagnostik herangeführt werden können und wo bereits im Studium ein Bewusstsein für Diagnostik und Theorie-/Empiriebezüge effektiv geschaffen werden kann. Wie beziehen sich Studierende dabei auf Theorie und empirische Befunde? Wie können sie *Learning Progressions* in ihren Diagnoseprozessen nutzen, insbesondere um differenzierter zu diagnostizieren? An diesem Punkt knüpft die vorliegende explorative Studie mit einem Fokus auf Studierende mit dem Fach Physik an.

Im folgenden Kapitel 2 wird zuerst der Stand der Forschung zu Diagnostik dargestellt. Darin werden insbesondere verschiedene Modellierungen des Diagnoseprozesses aufgezeigt und mit dem Diagnoseprozess in Relation gesetzt, der dieser Arbeit zugrunde liegt. Weiterhin wird aufgezeigt, inwiefern Bezüge auf Theorien und empirische Befundlagen den Diagnoseprozess unterstützen können. Außerdem werden mögliche Qualitätsmerkmale von Diagnostik diskutiert, Diagnostik wird mit den Konstrukten des formativen Assessment bzw.

dem *Noticing* und der *Professional Vision* in Relation gesetzt und mithilfe unterschiedlicher Kompetenzmodelle werden mögliche Verortungen der *diagnostischen Kompetenz* aufgezeigt. Vor diesem Hintergrund wird anschließend in Kapitel 3 das Forschungsanliegen dargelegt und die für die Arbeit leitenden Forschungsfragen werden in drei verschiedenen Fragenkomplexen aufgeführt. Kapitel 4 widmet sich den erhobenen Daten und wie diese ausgewertet wurden. Darin wird zuerst dargestellt, wie die Datenerhebung vonstattenging und welche Daten erhoben wurden. Außerdem wird geschildert, welche Daten für die Auswertung gezielt ausgewählt wurden. Am Ende von Kapitel 4 werden die Methoden für die Datenauswertung dargestellt. Dabei wird insbesondere auf das für die Studie entwickelte Kategoriensystem detailliert eingegangen. Gegliedert nach den Forschungsfragen werden in Kapitel 5 die Ergebnisse der Studie vorgestellt und parallel dazu diskutiert. Abschließend werden die Ergebnisse in Kapitel 6 zusammengefasst dargestellt und es wird ein Ausblick für mögliche anschließende Forschungsprojekte gegeben.

2 Diagnostik

In der Lehrerbildungsforschung besteht Konsens darüber, dass das Diagnostizieren ein essenzieller und wichtiger Bestandteil des Lehrerhandelns ist (u. a. Baumert & Kunter, 2006; v. Aufschnaiter et al., 2015). Insbesondere mit Blick auf (zunehmend) heterogene Lerngruppen und der damit einhergehenden Notwendigkeit adaptiven Unterrichts, spielt das Diagnostizieren eine zentrale Rolle. So nehmen viele Wissenschaftler*innen an, dass Unterricht bestmöglich an Vorkenntnisse, Fähigkeiten und Interessen von Schüler*innen angepasst werden sollte, um die Kompetenzentwicklung besonders gut zu unterstützen (u. a. Beck et al., 2008; Rogalla & Vogt, 2008). Um dies zu gewährleisten, ist es unabdingbar, dass Lehrkräfte angemessen diagnostizieren (u. a. Praetorius & Südkamp, 2017). Dabei wird diagnostische Kompetenz in Teilen sogar als „Basisqualifikation von allen Lehrkräften“ (Horstkemper, 2006, S. 4) angesehen und (deshalb) sowohl domänenübergreifend als auch in den Fachdidaktiken, z. B. der MINT-Fächer, untersucht. Dabei gab es beispielsweise Ansätze, den Diagnoseprozess zu untersuchen (u. a. Klug et al., 2013) oder die Genauigkeit diagnostischer Urteile zu betrachten (u. a. Südkamp, Kaiser & Möller, 2012).

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über das Konstrukt *Diagnostik*; es wird zunächst ein allgemeines Verständnis von pädagogischer Diagnostik und Kompetenz dargestellt, welches dieser Arbeit zu Grunde liegt. Anschließend werden verschiedene Diagnosearten im Rahmen der pädagogischen Diagnostik aufgezeigt (Kap. 2.1) sowie unterschiedliche Modellierungen des Prozesses des Diagnostizierens (Kap. 2.2) diskutiert. Es wird zudem darauf eingegangen, wie verschiedene Bezüge auf Theorie und Empirie Lehrkräfte beim Diagnostizieren unterstützen können (Kap. 2.3). Im Anschluss wird aufgezeigt welche Merkmale die Qualität einer Diagnostik beeinflussen (Kap. 2.4). In Kapitel 2.5 wird das komplexe Konstrukt der diagnostischen Kompetenz genauer betrachtet. Anschließend werden in Kapitel 2.6 die Konstrukte formatives Assessment, *Noticing* und *Professional Vision* als Konstrukte, die der Diagnostik ähneln, u. a. dem Diagnoseprozess gegenübergestellt, der dieser Arbeit zugrunde liegt. Abschließend werden zentrale Ergebnisse der Lehrerbildungsforschung zum Themengebiet Diagnostik und Theorie-/Empiriebezügen beim Diagnostizieren vorgestellt (Kap. 2.7).

Pädagogische Diagnostik

Im Rahmen des pädagogischen Handelns von Lehrkräften wurde seit ca. Ende der 60er-Jahre des letzten Jahrhunderts der Begriff der *pädagogischen Diagnostik* geprägt (Ingenkamp & Lissmann, 2008, S. 12). Darin wird als Kernaussage definiert, dass das Ziel von pädagogischer Diagnostik das Treffen von passenden Entscheidungen für Lernende ist, um deren Lernen zu optimieren (u. a. Ingenkamp & Lissmann, 2008; van Ophuysen & Lintorf, 2013). Dabei ist Diagnostik kein Selbstzweck, um bestimmte Merkmale von Schüler*innen zu erheben, sondern hat das Ziel, auch nachfolgende Handlungen und Maßnahmen begründet abzuleiten (u. a. v. Aufschnaiter et al., 2015; van Ophuysen & Lintorf, 2013). Eine häufig zitierte Definition der pädagogischen Diagnostik findet sich bei Ingenkamp und Lissmann (2008):

Pädagogische Diagnostik umfasst alle diagnostischen Tätigkeiten, durch die bei einzelnen Lernenden 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. Zur Pädagogischen Diagnostik gehören ferner diagnostische Tätigkeiten, die die Zuweisung zu Lerngruppen oder zu individuellen Förderungsprogrammen ermöglichen [...]. (S. 13)

Die Definition enthält die grundlegenden Aspekte, die pädagogische Diagnostik ausmachen. Darin wird deutlich, dass Lehrkräfte im Zuge von Unterricht beim Diagnostizieren eine komplexe Aufgabe ausführen. So ist mit dem Diagnostizieren auch immer eine Förderabsicht verbunden – das Lernen soll optimiert werden (Ingenkamp & Lissmann, 2008) und die gesamte Diagnostik findet vor dem Hintergrund der „pädagogische[n] Ziele und Entscheidungen“ (Schrader, 2008, S. 169) statt. Ohne eine solche Orientierung auf Förderung, fände beim Analysieren von Unterricht lediglich eine Leistungs- oder Merkmalsfeststellung statt, aber keine Diagnostik. Diagnostik ist damit eine spezifische Teilmenge unterrichtsbezogener Analysen (Beretz, 2017). Dabei kann Diagnostik einzelne Schüler*innen betreffen und individuelle Förderung ermöglichen, oder den Lehr-/Lernprozess einer ganzen Gruppe von Schüler*innen in den Blick nehmen (u. a. Helmke, Hosenfeld & Schrader, 2004). Um Voraussetzungen und Bedingungen von Lehr-/Lernprozessen ermitteln zu können, werden häufig Aufgabenlösungen und Bearbeitungsprozesse von Schüler*innen betrachtet, aber auch Aufgaben (u. a. Helmke et al., 2004; Rogalla & Vogt, 2008). Letztendlich führen diese Arten der Analysen zu Aussagen über Kompetenzen, Kompetenzveränderungen und Kompetenzentwicklungen von Lernenden bzw. der Kompetenzanforderungen von Aufgaben (u. a. Helmke et al., 2004; Ingenkamp & Lissmann, 2008; Praetorius, Lipowsky & Karst, 2012). Diese bilden wiederum einen Ausgangspunkt für adaptive Fördermaßnahmen. Der von Weinert (2014) geprägte Kompetenzbegriff hilft dabei auch, einer Verkürzung von Diagnostik auf kognitive Kompetenzen entgegenzuwirken:

Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (S. 27-28)

Unter Berücksichtigung dieser Definition von Kompetenz, die auch dieser Arbeit zu Grunde liegt, wird deutlich, dass beim Diagnostizieren im Unterricht eine kognitive Komponente (im Fachunterricht Physik fachinhaltliche und fachmethodische Kompetenzen), aber auch affektive und motivationale Kompetenzen eine Rolle spielen. Schrader (2008) weist darauf hin, dass auch nicht kognitive Schülermerkmale bestimmte Maßnahmen im Unterricht erfordern und deshalb auch diese beim Diagnostizieren berücksichtigt werden sollten (s. a. Horstkemper, 2006; Ingenkamp & Lissmann, 2008).

2.1 Diagnosearten

Wie im vorherigen Abschnitt deutlich wurde, liegen der Diagnostik verschiedene, komplexe Aufgaben zugrunde, die Lehrkräfte im Unterricht meistern müssen. Die pädagogische Diagnostik lässt sich dabei mit verschiedenen Arten charakterisieren, von denen in diesem Abschnitt einige aufgezeigt werden. Die Arten unterscheiden sich dabei konkret bezüglich ihrer Zielsetzung, also worüber beim Diagnostizieren eine Aussage getroffen wird und welche Art von Förderung angelegt werden soll. Dabei gibt es verschiedene Unterscheidungen, die Bezug auf unterschiedliche Elemente des Diagnostizierens nehmen: das Förderanliegen, den Formalitätsgrad und den Gegenstand. Diese Unterscheidungen nehmen jedoch typischerweise nur wenig Bezug aufeinander. Im Folgenden werden zuerst die beiden Diagnosearten *Förder-* und *Selektionsdiagnostik* im Rahmen des Förderanliegens dargestellt. Daran anschließend werden zur Unterscheidung des Formalitätsgrads die *formelle*, *semiformelle* und *informelle* Diagnostik aufgezeigt. Abschließend werden *Status-*, *Prozess-*, *Veränderungs-* und *Verlaufsdiagnostik* beschrieben, welche sich im Gegenstand unterscheiden. Trotz dem geringen Bezug aufeinander, sind die beschriebenen Diagnosearten nicht so stark voneinander abgegrenzt, wie es in diesem Abschnitt den Anschein haben könnte. So ist es möglich, dass eine Diagnostik durch das Förderanliegen, den Formalitätsgrad und den Gegenstand bestimmt wird, weshalb eine Diagnostik durch diese drei Unterscheidungen charakterisiert werden könnte. Beispielsweise könnte eine Lehrkraft eine formelle Prozessdiagnostik ausführen, die ein Förderanliegen hat.

2.1.1 Förderanliegen: Förder- und Selektionsdiagnostik

Der Förderdiagnostik (teilweise als *Modifikationsdiagnostik* bezeichnet) ist inhärent, dass sie, wie es die Bezeichnung selbst schon vermuten lässt, eine gezielte pädagogische Förderung ermöglicht – individuell oder für Lerngruppen. Konkret bedeutet dies, dass (Teil-)Kompetenzen von Schüler*innen verbessert werden sollen. Entscheidungen, die die Förderung beeinflussen, sind (insbesondere im Vergleich zur Selektionsdiagnostik) eher von kurzfristiger Natur und können ggf. schnell rückgängig gemacht werden (u. a. Horstkemper, 2006; Ingenkamp & Lissmann, 2008; van Ophuysen & Lintorf, 2013).

Das Ziel der Selektionsdiagnostik ist es, Personen, die bestimmte Anforderungen erfüllen, gezielt auszuwählen. Ihr liegen damit eher gesellschaftlich verankerte Aufgaben zugrunde. In der Regel findet dies an zentralen Stellen der Bildungslaufbahn statt, z. B. um Schüler*innen in die nächste Klassenstufe zu versetzen, oder um Qualifikationen zu vergeben. Entscheidungen dieser Art sind langfristig und können nur schwer rückgängig gemacht werden (u. a. Brunner, Stanat & Pant, 2014; Horstkemper, 2006; Ingenkamp & Lissmann, 2008; van Ophuysen & Lintorf, 2013). Dabei wird angenommen, dass vorhandene Kompetenzen und das gezeigte Verhalten einer Person stabil sind, oder zumindest eine Aussage über eine zu erwartende stabile Entwicklung gemacht werden kann, um eine Selektionsentscheidung treffen und rechtfertigen zu können (van Ophuysen & Lintorf, 2013). Es sollte für die Selekti-

onsdiagnostik bedacht werden, dass im pädagogischen Kontext nie wie beispielsweise in einem wirtschaftlichen Unternehmen selektiert wird. Zumindest wird sich einer Modifikationsstrategie angebahnt (Ingenkamp & Lissmann, 2008). Pädagogisches Handeln beinhaltet besonders im schulischen Kontext auch das Informieren von Schüler*innen und Eltern sowie die Vergabe von Qualifikationen, auch wenn dieses zunächst keine Planung für eine spezifische Förderung umfasst. Eine Selektion kann im schulischen Kontext außerdem einen fördernden Charakter haben, indem z. B. davon ausgegangen wird, dass die Versetzung in eine höhere Klassenstufe oder eine bestimmte Schulform das Selektieren dazu führt, dass die jeweiligen Schüler*innen in eine für sie angemessene(re), lernförderliche Umgebung kommen (Horstkemper, 2006). Selektionsdiagnostik ist unter diesen Gesichtspunkten auch explizit Bestandteil der pädagogischen Diagnostik (van Ophuysen & Lintorf, 2013). Zumindest ist die Unterscheidung der beiden Diagnosearten nicht so deutlich, wie es die definitorische Abgrenzung oben vermuten lässt. Horstkemper (2006) spricht vielmehr von einem Kontinuum, in dem Förder- und Selektionsdiagnostik, wie sie oft in der Literatur dargestellt werden, die jeweiligen Pole bilden.

Wenn im Rahmen dieser Arbeit von Diagnostik gesprochen wird, ist immer von einer Förderdiagnostik die Rede. Das Ziel dieser Diagnostik besteht im Verständnis der vorliegenden Arbeit immer darin „der Lehrperson Hinweise zu liefern, wieviel und welcher individuelle Unterstützungsbedarf für das Lernen besteht“ (Hascher, 2008, S. 76).

2.1.2 Formalitätsgrad: Formelle und informelle Diagnostik

Eine weitere Differenzierung von Diagnosearten ist eine Orientierung an dem Formalitätsgrad der Diagnostik. Hierbei wird zwischen der formellen und informellen Diagnostik unterschieden (u. a. Hascher, 2008; Helmke, 2015; Schrader & Praetorius, 2018). Formelle Diagnostik ist ein explizites und systematisches Diagnostizieren, bei dem (wissenschaftliche) Methoden kontrolliert und theoriegeleitet angewendet werden. Dies setzt u. a. ein fundiertes Wissen über diese Methoden voraus. Im schulischen Alltag sind jedoch oft nicht die Rahmenbedingungen gegeben, um formelle Diagnostik zu ermöglichen. Insbesondere die informelle Diagnostik spielt dann eine wichtige Rolle. Hierbei handelt es sich um eine intuitive Einschätzung durch Lehrkräfte, also um „implizite subjektive Urteile, Einschätzungen und Erwartungen“ (Helmke, 2015, S. 120), die nicht durch ein formelles Vorgehen gestützt sind. Implizite Diagnostik wird durch Lehrkräfte oft beiläufig und unsystematisch ausgeführt. Oft sind sie sich darüber nur wenig oder teilweise gar nicht bewusst. Aus diesem Grund wird diese Art des Diagnostizierens in der Forschungsliteratur auch teilweise als Diagnostik *on-the-fly* (Englisch für *spontan*) bezeichnet (u. a. Glogger-Frey & Herppich, 2017).

Für Hascher (2008) greift eine dichotome Einordnung des Formalitätsgrades vor dem Hintergrund des schulischen Alltags zu kurz. Sie führt deshalb einen dritten Formalitätsgrad ein, die semiformelle Diagnostik. Eine semiformelle Diagnostik „bezeichnet die Gesamtheit aller diagnostischen Tätigkeiten, die nicht den Kriterien der formellen Diagnostik genügen, aber nicht nur zu impliziten Urteilen führen“ (Hascher, 2008, S. 75). In anderen Worten ist damit

eine Diagnostik gemeint, die nicht explizit formell angelegt ist und nicht allen Kriterien der formellen Diagnostik entspricht, aber trotzdem Aspekte der formellen Diagnostik aufweist. So kann es z. B. sein, dass eine Lehrkraft im Unterricht gezielt Aufgaben für einen diagnostischen Zugang konstruiert (was für ein formelles Vorgehen sprechen würde), aber Lösungen bzw. Lösungsprozesse der Schüler*innen unsystematisch deutet (was für ein informelles Vorgehen sprechen würde).

Ein der semiformellen Diagnostik ähnlicher Ansatz findet sich bei Shavelson et al. (2008) im Rahmen des formativen Assessment. Der Formalitätsgrad wird von den Autor*innen in einem Kontinuum von informell bis formell verortet, in dem wiederum drei Ankerpunkte fixiert sind. Am formellen Pol des Kontinuums befindet sich „*formal and embedded in curriculum*“ (Shavelson et al., 2008, S. 300). Dabei handelt es sich um ein Vorgehen, das explizit vor dem Unterricht geplant wird, um zu erfassen, was Schüler*innen bereits wissen und was sie noch lernen müssen. „*Planned-for-interaction*“ (S. 300) befindet sich zwischen den beiden Polen des Kontinuums. Dieses Vorgehen ist weniger formell, findet aber trotzdem beabsichtigt statt. Z. B. überlegen sich Lehrkräfte vor dem Unterricht gezielte Fragen, die allerdings nicht wissenschaftlich systematisch überprüft werden, wie es bei einem formelleren Vorgehen gemacht werden würde. Auf der anderen Seite des Kontinuums ist „*on-the-fly*“ (S. 300) verortet. Diese Art des Diagnostizierens kommt ungeplant, z. B., wenn Lehrkräfte durch den Klassenraum gehen und Aspekte von Schülergesprächen unsystematisch wahrnehmen und daran anschließend relativ spontan handeln.

Im Rahmen dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass die Dichotomisierung des Formalitätsgrades von Diagnostik dem schulischen Alltag nicht gerecht wird. So scheint in Schule im Alltag ein in der Regel semiformelles Vorgehen wahrscheinlicher, zumindest für Förderdiagnostik. Je nach Förderungsabsicht ist formelle Diagnostik jedoch unausweichlich. Idealerweise ist mindestens Selektionsdiagnostik von Lehrkräften geplant und standardisiert, also formell.

2.1.3 Gegenstand: Status-, Prozess-, Veränderungs- und Verlaufsdagnostik

Neben den oben dargestellten Unterscheidungen nach Anliegen der Förderung oder Selektion, bzw. dem Formalitätsgrad, können Diagnosearten bezüglich des Gegenstandes unterschieden werden. Dabei wird unterschieden, ob vorliegende Kompetenzen (vgl. Definition nach Weinert, 2014; Kap. 2) oder das Lernen erfasst und daran anschließend Förderung geplant werden soll. Um der Unterschiedlichkeit des Gegenstandes gerecht zu werden, werden im Folgenden verschiedene methodische Zugänge beschrieben, die ihrerseits aber sowohl formell, semiformell oder informell erfolgen können, immer jedoch den Charakter einer Förderdiagnostik haben. Die vier Diagnosearten, die dieser Arbeit zu Grunde liegen, werden im Folgenden genauer dargelegt.

Statusdiagnostik

Mit einer Statusdiagnostik sollen Kompetenzen erfasst werden, die bei Schüler*innen zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegen (v. Aufschnaiter et al. 2015; v. Aufschnaiter, Theyßen & Krabbe, 2020). Dazu werden Produkte von Lernenden, wie beispielsweise schriftlich beantwortete Aufgaben, oder die finalen Antworten auf Fragen analysiert. In der Forschungsliteratur besteht zu dem Begriff der Statusdiagnostik ein in der Regel geteiltes Verständnis (u. a. Heinrichs, 2015; Horstkemper, 2006). Oft wird, wie z. B. bei Schrader (2018), zusätzlich angenommen, dass bei einer Statusdiagnostik relativ stabile Personenmerkmale erfasst werden und eine Aussage über eine potenziell weitere Entwicklung der Lernenden gemacht werden kann (s. a. Schrader, 2011; Horstkemper, 2006). v. Aufschnaiter et al. (2015) kritisieren an dieser Annahme, dass über die Stabilität von Kompetenzen lediglich eine Aussage gemacht werden kann, wenn diese zu dem Messzeitpunkt auch reliabel erfasst werden. Aus einer Statusdiagnostik solle deshalb keine Stabilität abgeleitet werden. Auch Ingenkamp und Lissmann (2008) merken an, dass man beim Analysieren des Produkts nicht wissen kann, ob das vorhandene Ergebnis durch Einsicht, Zufall oder gar Abschreiben entstanden ist.

Prozessdiagnostik

Während mit einer Statusdiagnostik lediglich das Endprodukt eines Bearbeitungsprozesses analysiert werden kann, soll mit der Prozessdiagnostik analysiert werden, wie Schüler*innen zu diesem Produkt gekommen sind. Durch die Analyse des Bearbeitungsprozesses wird es z. B. möglich, eine Aussage darüber machen zu können, ob das Produkt der Lernenden durch einen fachlich angemessenen Prozess entstanden ist, alternative Lösungswege aufgesucht werden mussten oder auch, durch welche motivationalen und sozialen Prozesse die Bearbeitung begleitet wurde. Das Analysieren des Prozesses beinhaltet in der Regel, dass auch das dabei entstehende Produkt analysiert werden kann – eine Statusdiagnostik ist somit auch in der Prozessdiagnostik enthalten. Da die Prozessdiagnostik eine differenziertere Sichtweise auf die Kompetenzen der Schüler*innen ermöglicht, eignet sie sich insbesondere, um Fördermaßnahmen anlegen zu können (v. Aufschnaiter et al., 2015; 2020; v. Aufschnaiter, Münster & Beretz, 2018).

Weil die Prozessdiagnostik einen eher kleinen Zeitraum abdeckt, können jedoch keine Aussagen über die Veränderung von Kompetenzen gemacht werden. Dies steht im Kontrast zu den Definitionen der Prozessdiagnostik, die man in der Regel in der Forschungsliteratur findet. Schrader (2008) definiert, dass sich die Prozessdiagnostik „auf die Erfassung von Verläufen und Veränderungen [bezieht]; dies geschieht durch wiederholte Messungen von sich veränderten Zuständen und modifizierbaren Merkmalen“ (S. 169; s. a. Brunner et al., 2014; Horstkemper, 2006; Schrader, 2011; Wilhelm & Kunina, 2009). Bei Ingenkamp und Lissmann (2008) ist unter dem Begriff zwar ebenfalls das Analysieren eines Prozesses gemeint, allerdings wird auch hier von einem Verlauf ausgegangen, wie Schrader (2008) ihn beschreibt. Um eine Veränderung oder einen Verlauf diagnostizieren zu können, haben v. Aufschnaiter

et al. (2015) zwei Diagnosearten identifiziert und von der von ihnen beschriebenen Prozessdiagnostik abgegrenzt: Veränderungs- und Verlaufsdagnostik.

Veränderungsdiagnostik

In einer Veränderungsdiagnostik werden zwei oder mehr Status- und/oder Prozessdiagnosen im zeitlichen Abstand miteinander verglichen, um eine Aussage über Veränderungen von Kompetenzen machen zu können; also, ob eine Kompetenz stabil geblieben ist oder es eine Zu- oder Abnahme gab (v. Aufschnaiter et al., 2015, 2020). Je nach den zu vergleichenden Diagnosearten wird methodisch so vorgegangen, wie es vorher zu Status- und Prozessdiagnose beschrieben wurde. Z. B. können bei zu vergleichenden Statusdiagnosen gleiche (bzw. auf die gleichen Kompetenzen abzielende) Tests zu unterschiedlichen Messzeitpunkten eingesetzt und dann miteinander verglichen werden, um eine Aussage über die Veränderung der Kompetenzen machen zu können. Selbst, wenn sich in einer Statusdiagnostik keine Veränderung in Produkten abzeichnet, also angenommen werden kann, dass die Kompetenz unverändert ist, ist es denkbar, dass beim Vergleich mehrere Prozessdiagnosen eine Veränderung festgestellt werden kann. So ist es z. B. denkbar, dass ein*e Schüler*in in einem Test zu unterschiedlichen Messzeitpunkten die gleiche Antwort gibt (also keine Veränderung festgestellt werden kann), im Prozess aber erkennbar ist, dass die beiden gleichen Antworten auf unterschiedliche Weisen entstanden sind und ggf. eine Kompetenzveränderung stattgefunden hat. Mithilfe einer Veränderungsdiagnostik können auch Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von evtl. vorher angelegten Fördermaßnahmen gezogen und ggf. erneut Fördermaßnahmen ergriffen werden (s. a. v. Aufschnaiter et al., 2015). Die hier beschriebene Veränderungsdiagnostik lässt sich so nicht in anderer Forschungsliteratur finden. Vielmehr sind die Aspekte der unterschiedlichen Messzeitpunkte, die miteinander verglichen werden, in der Regel unter dem Begriff der Prozessdiagnostik definiert (u. a. Schrader, 2008, Horstkemper, 2006; Wilhelm & Kunina, 2009), wie schon im vorherigen Abschnitt zur Prozessdiagnostik beschrieben wurde.

Verlaufsdagnostik

Verlaufsdagnostik kann als Erweiterung der Veränderungsdiagnostik gesehen werden. Sie konzentriert sich nicht darauf, ob es eine Veränderung in der jeweils adressierten Kompetenz gibt, sondern wie sich der Kompetenzaufbau vollzogen hat (v. Aufschnaiter, 2015, 2020). In einer Verlaufsdagnostik werden alle Prozessdiagnosen (inklusive ggf. integrierter Statusdiagnosen), die eine Kompetenz adressieren aneinandergereiht, um die Entwicklung der Kompetenz sukzessiv nachvollziehen zu können. Dies schließt theoretisch alle Lerngelegenheiten der Lernenden mit ein, also auch Gespräche über Unterrichtsinhalte auf dem Schulhof, zu Hause oder bei der Hausaufgabenbearbeitung. Aus diesem Grund sind insbesondere Video- oder Audioaufzeichnungen ein methodischer Zugang, um Verlaufsdagnostik zu betreiben. Es wird jedoch deutlich, dass eine allumfassende Verlaufsdagnostik im schulischen Alltag nicht realistisch ist. Trotzdem kann sie für Lehrkräfte nützlich sein, indem eine Aussage über die Dynamik von Lernen gemacht werden kann. Z. B. kann analysiert werden, ob Lernende

eher mehrere Lernaufgaben mit konkreten Beispielen benötigen, oder sie sich ein Konzept schnell aneignen können. Fördermaßnahmen können so für den gesamten Lernprozess angesetzt werden und beschränken sich nicht nur auf einen bestimmten Punkt im Lernprozess. Die von v. Aufschnaiter et al. (2015, 2020) beschriebene Diagnoseart lässt sich in dieser Form in anderer Fachliteratur nicht finden.

2.2 Der Prozess des Diagnostizierens

Haben sich Lehrkräfte für die passenden Diagnosearten entschieden, insbesondere für die Förderdiagnostik mit einem formellen (oder mindestens semiformalen) Zugang sowie einen passenden Gegenstand, kann es für sie herausfordern sein die Aktivität des Diagnostizierens zielführend anzulegen. In den letzten Jahren wird in der (fach)didaktischen Forschung vermehrt der eigentliche Prozess des Diagnostizierens diskutiert und erforscht. Dies steht im Kontrast zu einer Forschungstradition, die (zumindest im deutschen Sprachraum) hauptsächlich die Genauigkeit und Qualität von diagnostischen Urteilen untersucht und zu operationalisieren versucht (vgl. Kap 2.5.1). Während die Urteilsgenauigkeit als Maß für die diagnostische Kompetenz von Personen genutzt wird, und damit üblicherweise zunächst keine Förderabsicht verbunden ist, wird in der fachdidaktischen Forschung oft auf Modellierungen und Analysen des Diagnoseprozesses fokussiert (s. a. Leuders et al., 2018, S. 15-17; Rath, 2017, S. 72). Diese Herangehensweise an Diagnostik betont den Zusammenhang zwischen diagnostischen Aktivitäten und den darauf aufbauenden Instruktionen in der Lehrerbildung (Förderung). Hieraus entwickelten sich unterschiedliche Modellierungen für den Diagnoseprozess.

Grundlegend haben alle Modellierungen des Diagnoseprozesses gemeinsam, dass Lehrkräfte auf der Grundlage einer Fragestellung an die Kompetenzen von Lernenden bzw. auf Grund von Annahmen über deren Kompetenzen Daten interpretieren und aus dieser Interpretation eine Instruktion bzw. Förderung für den Unterricht planen. Die Modellierungen von Diagnoseprozessen sehen darüber hinaus im Detail unterschiedliche Schritte vor, die sich gegenseitig beeinflussen können und teilweise zyklisch in einem Kreislauf modelliert werden. Rath (2017) bezeichnet solche derart modellierten Diagnoseprozesse als eine Art wissenschaftlichen Hypothesentest (S. 72); Gutscher (2018) definiert den diagnostischen Prozess als „ein systematisches und hypothesengeleitetes Sammeln und Aufbereiten von Informationen zu einer im Vorfeld formulierten Fragestellung [...], mit dem Ziel daraus begründete Entscheidungen zu treffen und die daraus resultierenden Handlungen zu kontrollieren und zu optimieren“ (S. 8; s. a. Esslinger-Hinz & Sliwka, 2011, S. 109 bzw. Jäger & Petermann, 1999, S. 11).

2.2.1 Prozessmodell nach Jäger und exemplarische Auslegungen

Eine Reihe von Modellierungen zu Komponenten oder Schritten eines Diagnoseprozesses gehen auf das von Jäger (2007) formulierte Prozessmodell der psychologischen Diagnostik zurück. Dabei handelt es sich um ein Stufenmodell, in dem Lehrkräfte alle Komponenten im Prozess durchlaufen, um von einer Fragestellung hin zu einem Urteil zu kommen. Insgesamt

modelliert Jäger (2007) sechs wesentliche Komponenten, die nacheinander durchlaufen werden (vgl. Tab. 1 von oben nach unten). Dabei geht er in seinen Beschreibungen des Prozesses insbesondere darauf ein, dass Daten bei der Datenerhebung, Dateninterpretation und bei der Urteilsbildung so komprimiert werden, dass ein neues Datum, das Urteil, entsteht.

Tab. 1: Diagnoseprozess nach Jäger (2007, S. 102-105, S. 130), s. a. Hascher (2009)

Komponente	Beschreibung
Fragestellung	Daten werden vor dem Hintergrund einer konkreten Fragestellung erhoben.
Datenerhebung ¹	Ein bestimmtes Vorgehen wird gewählt, um notwendige Daten zu erheben, mit denen man die Ausgangsfrage beantworten kann. Z. B. bei der Frage, ob ein*e Schüler*in hochbegabt ist: Intelligenztest, Interviews mit den Eltern, Einschätzen der sozialen Kompetenz, etc.
Registrierung	Informationen werden in einer definierten Weise und somit auch für andere Personen replizierbar festgehalten. Z. B. Notizen mit dem Stift oder Videoaufzeichnungen
Interpretation der Daten	Die Bedeutung eines vorgefundenen Ergebnisses und seine Erklärung werden dargestellt.
Urteilsbildung	Die gegebenen Daten werden verdichtet oder komprimiert, sodass ein Urteil entsteht.
Urteil	Das Resultat des Prozesses, z. B. Beantwortung der Frage, ob ein*e Schüler*in hochbegabt ist

Vereinzelt wird der in Tabelle 1 dargestellte Prozess trotz des Verweises auf Jäger (2007) mit weniger und teilweise auch anders ausgelegten Komponenten dargestellt. So finden sich z. B. bei Esslinger-Hinz und Sliwka (2011, S. 109) die Komponenten *Problemanalyse*, *Investigation*, *Diagnose/Entscheidung* und *Evaluation* (vgl. Tab. 2).

¹ Jäger (2007) ersetzt in anderen Darstellungen teilweise den Schritt der *Datenerhebung* mit einer *Beobachtung* (S. 130). Auch wenn es sich dabei um unterschiedliche Begrifflichkeiten handelt, unterscheiden sie sich nur dahingehend, dass ein*e Beobachter*in in einer Situation ein konkretes Verhalten beobachten kann – es ist also eine bestimmte Art der Datenerhebung.

Tab. 2: Diagnoseprozess von Jäger (2007) nach Esslinger-Hinz & Sliwka (2011, S. 109)

Komponente	Beschreibung
Problemanalyse	Analyse der Fragestellung und Formulierung des Auftrages, Bestimmung des „Problemtyps“ und Analyse des vorhandenen Wissens für die Entscheidungsfindung; Klärung der Beteiligten und deren Motivlage, ethischer und rechtlicher Kontext.
Investigation	Hypothesengeleitete Gewinnung von Informationen durch Anwendungen von Tests und anderen Methoden und regelgestütztes Verarbeiten von Informationen, Wiederholungen der Prozessschritte, bis alle Hypothesen abgeklärt sind.
Diagnose/Entscheidung	Treffen der Entscheidungen bzw. Abwägung zwischen Entscheidungen Kommunikation mit dem Diagnostizierten oder den Auftraggebern.
Evaluation	Überprüfung der Wirkung einer Diagnostik als Entscheidungshilfe bei zukünftigen Prozessen.

Gutscher (2018) überträgt die von Esslinger-Hinz und Sliwka (2011) vorgenommene Auslegung des Prozessmodells von Jäger (2007) auf die pädagogische Diagnostik (vgl. Tab. 3). Es ist dabei zu erkennen, dass sich bereits in den Kapiteln 2 bzw. 2.1 diskutierte Aspekte einer pädagogischen Diagnostik finden lassen, wie z. B. der Förderaspekt oder individuelles Lernen, welche man auch bei der Definition von Ingenkamp und Lissmann (2008, S. 13) wiederfindet. Was Gutscher (2018) in ihrer Modellierung nicht weiter diskutiert, aber im Prozessmodell trotzdem deutlich wird, ist der enge Bezug zu fachlichen und fachdidaktischen Theorien, der den gesamten Prozess leitet. So wird vor allem in den ersten drei Schritten des Prozesses herausgestellt, dass es sich um eine theoriegeleitete Analyse handelt und das Diagnostizieren nicht irgendwie passiert, sondern sich klar an fachlichen und fachdidaktischen Theorien und Konzepten orientiert. Im letzten Schritt *Evaluation* stellt Gutscher (2018) zusätzlich prominente Eigenschaften des gesamten Prozesses heraus: Der Prozess ist zirkulär und somit kann der letzte Schritt der *Evaluation* auch eine neue *Problemanalyse* beeinflussen; es muss sich nicht um einen linearen Prozess handeln; im Prozess ist eine Rückkehr zu vorherigen Punkten möglich, z. B. könnte man nach einer *Diagnose/Entscheidung* erneut eine *Investigation* durchführen, um danach zu einer alternativen oder ggf. gleichen *Diagnose/Entscheidung* zu kommen.

Tab. 3: Prozessmodell der psychologischen Diagnostik nach Esslinger-Hinz & Slinwka (2011) ergänzt durch eine Konkretisierung in Bezug auf pädagogische Diagnostik nach Gutscher (2018, S. 8-9)

Bestandteile psychologischer Diagnostik	Übertragung auf pädagogische Diagnostik
<i>Problemanalyse:</i> Analyse der Fragestellung und Formulierung des Auftrages, Bestimmung des „Problemtyps“ und Analyse des vorhandenen Wissens für die Entscheidungsfindung; Klärung der Beteiligten und deren Motivlage, ethischer und rechtlicher Kontext.	Festlegung bzw. Feststellung des zu diagnostizierenden Aspekts unter Berücksichtigung der fachlichen und fachdidaktischen Theorien. Ermittlung der Voraussetzungen und Bedingungen planmäßiger Lehr- und Lernprozesse.
<i>Investigation:</i> Hypothesengeleitete Gewinnung von Informationen durch Anwendungen von Tests und anderen Methoden und regelgestütztes Verarbeiten von Informationen, Wiederholungen der Prozessschritte, bis alle Hypothesen abgeklärt sind.	Theoriegeleitete Analyse der Lernprozesse und Lernergebnisse bezüglich des festgelegten oder festgestellten Aspekts zur Optimierung individuellen Lernens anhand von geeigneter Tests bzw. Aufgaben oder diagnostischer Interviews auf Grundlage fachlicher und fachdidaktischer Theorien, ggf. Wiederholung.
<i>Diagnose/Entscheidung:</i> Treffen der Entscheidungen bzw. Abwägung zwischen Entscheidungen Kommunikation mit dem Diagnostizierten oder den Auftraggebern.	Didaktisches Handeln – ausgehend von den Analyseergebnissen – in Form von Zuweisung von individuellen Fördermaßnahmen auf Grundlage der fachlichen und fachdidaktischen Theorien und Konzepte oder Maßnahmen zur Erfüllung von eher gesellschaftlich verankerten Aufgaben der Steuerung des Bildungsnachwuchses.
<i>Evaluation:</i> Überprüfung der Wirkung einer Diagnostik als Entscheidungshilfe bei zukünftigen Prozessen.	Überprüfung der Wirkung der Entscheidungen und Maßnahmen, ggf. Wiederaufnahme der Problemanalyse mit gleichem oder veränderten zu diagnostizierenden Aspekts (Zirkulärer Prozess/ nicht linear/ Rückkehr zu vorherigem Punkt möglich)

Ebenfalls auf dem Prozessmodell nach Jäger (2007, S. 102) basierend wurde von Hascher (2009) ein Phasenmodell für die Lernprozessdiagnostik entwickelt. Das Modell gliedert sich in 4 Phasen, die wiederum ausdifferenziert werden, sodass ein 9-Schritte-Modell des Diagnostizierens modelliert wird (siehe Abb. 1). Die ersten sechs Schritte beruhen dabei auf dem Diagnoseprozess von Jäger (2007), die um drei auf die Förderung von Schüler*innen bezogene Schritte erweitert wurden. Nach der *Fragestellung* (1) sollen sich Lehrkräfte *Informationen*

beschaffen (2-4), darin erhobene Daten auch schon interpretieren, und mit einer *Beurteilung* (5-6) zu einem Urteil kommen. Darauf basierend fußt die *Förderung* (7-9), die nicht nur das Entwickeln und Durchführen einer gezielten Förderung ist, sondern auch einen evaluierenden Charakter aufweist, der schon in Verbindung mit Reflexionen gebracht wird. Basierend auf dieser Evaluation kann wieder eine neue Fragestellung formuliert werden (Hascher, 2009).

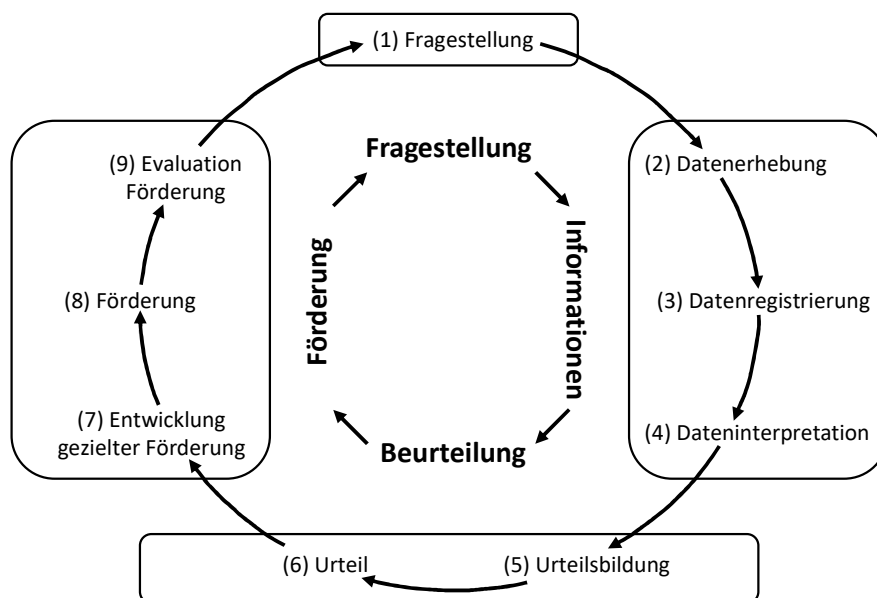


Abb. 1: 9-Schritte-Modell der Lernprozessdiagnostik nach Hascher (2009, S. 5)

2.2.2 Weitere exemplarische Modellierungen des Diagnoseprozesses

Das Modell von Klug et al. (2013) orientiert sich ebenfalls am Prozessmodell nach Jäger (2007), weicht aber gleichzeitig so erkennbar davon ab, dass es sich als eigenständiges Modell etabliert hat. Der Diagnoseprozess wird als ein zusammenhängender, zyklischer Prozess mit drei Phasen modelliert: *Präaktional*, *aktional* und *postaktional* (siehe Abb. 2).² Dabei orientierten sich die Autor*innen an Modellen des selbstregulierten Lernens, die ebenfalls mit drei Phasen modelliert werden (u. a. Zimmermann, 2000). Die *präaktionale* Phase beinhaltet alle Aktivitäten, die vor dem eigentlichen Diagnostizieren und Fördern stattfinden. In dieser Phase ist es besonders wichtig, das Ziel der Diagnose und die Absicht der Förderung festzulegen. Lehrkräfte aktivieren hier ihr diagnostisches Wissen, d. h. Wissen über Methoden, Urteilsbildung und Gütekriterien. Das eigentliche Diagnostizieren findet dann in der *aktionalen* Phase statt. In einem systematischen Vorgehen macht die Lehrkraft zuerst Vorhersagen über zu erwartende Entwicklungen der Schüler*innen und deren Lernschwierigkeiten. Dann werden Daten aufgenommen, darin relevante Daten ausgewählt und interpretiert, um zu einer Diagnose

² In Abbildung 2 ist ein Teil der präaktionalen Phase als *Ziel der Prozessüberwachung* bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine freie Übersetzung von *Aim to watch process*, wie sie auch bei Rath (2017, S. 73) zu finden ist. Es wird davon ausgegangen, dass diese Übersetzung der Intention dieses Begriffes nicht gerecht wird. Allerdings wurde keine passendere Übersetzung dafür gefunden.

zu kommen. Die anschließende *postaktionale* Phase folgt direkt danach. Lehrkräfte leiten aus den interpretierten Daten Feedback und/oder Förderpläne, ggf. unter Einbezug der Eltern, ab und adaptieren den folgenden Unterricht. Dies bildet den Übergang zu einer neuen Diagnostik und das zyklisch angelegte Modell fängt erneut mit der *präaktionalen* Phase an (Klug et al. 2013). Zentral am Modell ist, dass es nicht nur als Modellierung beschrieben ist, sondern von Klug et al. (2013) empirisch abgesichert wurde.

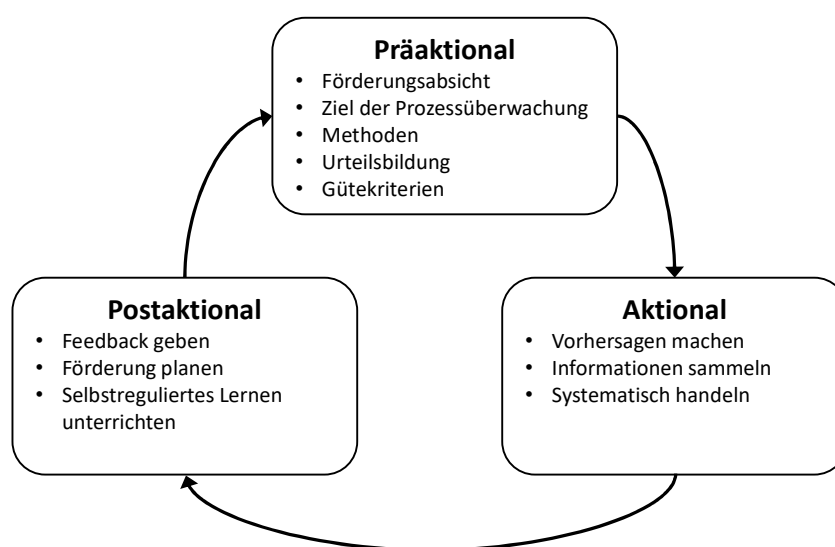


Abb. 2: Prozessmodell der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften nach Klug et al. (2013, S. 39)

In ihrer Arbeit zu diagnostischer Kompetenz von Mathematiklehrkräften entwickelte Heinrichs (2015) ein Prozessmodell der fehlerdiagnostischen Kompetenz von Lehrkräften (siehe Abb. 3). Das Modell orientiert sich u. a. am Prozessmodell von Klug et al. (2013) und hat einen klaren Fokus auf, in diesem Fall, mathematische Vorstellungen von Schüler*innen, die aus fachlicher Sicht nicht angemessen sind. In der ersten Phase *Wahrnehmen von Fehlern* beobachten Lehrkräfte ausgewählte Aspekte des Unterrichtsgeschehens und interpretieren dieses, um einen Fehler ausfindig zu machen. In der Ursachenfindung (*Hypothesen über Ursachen*), welche den Kern des Diagnoseprozesses darstellt, nutzen Lehrkräfte u. a. domänenspezifisches Wissen über Fehler, um die Ursache der Fehlvorstellung bzw. des Fehlers zu ergründen. Anschließend folgt eine Handlung der Lehrkraft (*Umgang mit dem Fehler*), um Schüler*innen zu fördern (Heinrichs, 2015). Ähnlich wie im oben beschriebenen Modell von Gutscher (2018) findet sich auch hier insbesondere ein Bezug zu fach- und fachdidaktischem Wissen aus Theorie (und ggf. Empirie) – in diesem Fall für die Mathematik und dort verdichtet auf typische (fehlerhafte) Vorstellungen von Schüler*innen. Der Prozess unterscheidet sich von den vorher thematisierten Modellen insbesondere in der Hinsicht, dass er zwar zyklisch angelegt ist und nach der postaktionalen Phase des Umgangs mit dem Fehler erneut die präaktionale Phase (*Wahrnehmen von Fehlern*) folgen kann, aber auch ein Ende des Prozesses modelliert wird.

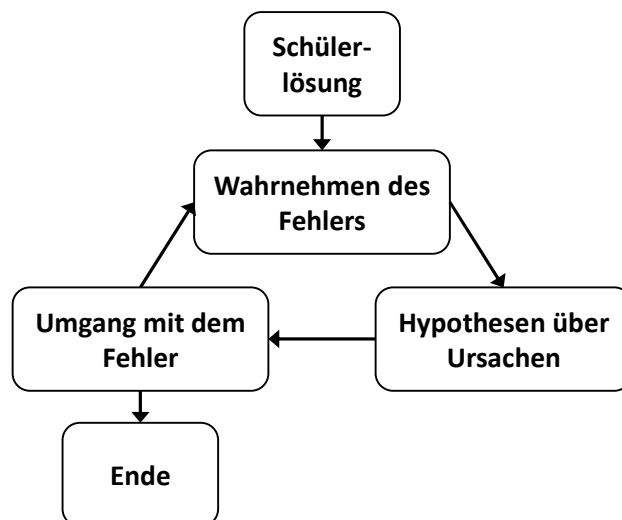


Abb. 3: Prozessmodell der fehlerdiagnostischen Kompetenz in Anlehnung an Heinrichs (2015, S. 66)

2.2.3 Konzeptualisierung des Diagnoseprozesses in dieser Arbeit

Die oben beschriebenen Modellierungen der Diagnoseprozesse sind, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen, anschlussfähig an fachdidaktische Modellierungen von Diagnoseprozessen. Das Prozessmodell der fehlerdiagnostischen Kompetenz (Heinrichs, 2015) zeigt aber u. a. auch, dass allgemeine Modellierungen des Diagnoseprozesses teilweise nicht ausreichend sind und fachdidaktische Modellierungen von Diagnoseprozessen nötig sein können (in diesem Fall für das Fach Mathematik). Insbesondere für die Naturwissenschaften lassen sich in den oben beschriebenen Modellierungen spezifische Herausforderungen und Potentiale identifizieren. Ein besonders großes Potential liegt in dem Ausgangspunkt, den diagnostischen Prozess als einen wissenschaftlichen Hypothesentest zu verstehen (u. a. Esslinger-Hinz & Sliwka, 2011; Gutscher, 2018; Jäger & Petermann, 1999; Rath, 2017), welcher ebenfalls für das naturwissenschaftliche Experimentieren beschrieben ist (vgl. Prozess des Experimentierens in u. a. Emden & Sumfleth, 2016). Gleichzeitig führt eine relativ hohe Anzahl an Komponenten in den Prozessen (insbesondere beim 9-Schritte-Modell von Hascher, 2009) zu der Herausforderung, diese einerseits gut unterscheiden zu können und andererseits im Diagnoseprozess als auch in der Förderung handhaben zu können, damit Lehrkräfte Diagnosen zielgerichtet und ökonomisch anlegen können. Mindestens in der ersten Phase der Lehrerbildung kann auch das Zerlegen in die Komponenten präaktional, aktional und postaktional problematisch sein. Üblicherweise können Studierende selbst keine Diagnostik planen oder durchführen, da sie in der Regel nicht mit Lernenden zusammenarbeiten und außerhalb von Praxisphasen keine konkrete Förderung anlegen können.

Mit Bezug auf die Definition von diagnostischer Kompetenz nach Weinert (2000) wurde ein Modell für den Diagnoseprozess entwickelt, welches dieser Arbeit zu Grunde liegt (s. a. v. Aufschnaiter et al., 2018, S. 384-385; Beretz, Lengnink & v. Aufschnaiter, 2017, 150-151; Beretz, 2021, S. 22-27). Für den Diagnoseprozess werden fünf charakteristische Komponen-

ten identifizieren: *Daten, Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen*. Als Orientierungsrahmen für die Diagnostik können dabei Erkenntnisse aus (fach-)didaktischer Theorie bzw. aus empirischen Befunden dienen, vor deren Hintergrund das Diagnostizieren stattfindet und auf die sich in jeder Komponente bezogen werden kann (siehe Abb. 4). Diese – im Folgenden *Theorie- und Empiriebezüge* genannt – werden in Kapitel 2.32.3 (insbesondere im Zusammenhang mit dem hier dargestellten Diagnoseprozess) genauer thematisiert.

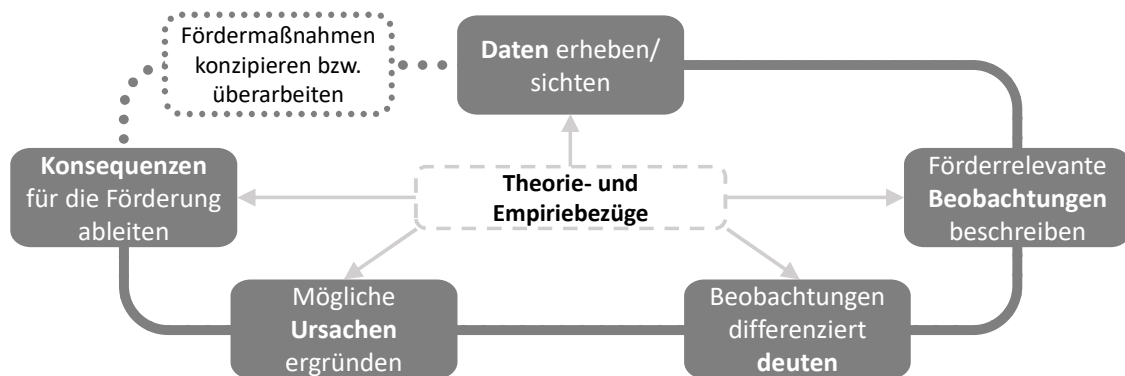


Abb. 4: Komponenten eines Diagnoseprozesses vor dem Hintergrund von Theorie- und Empiriebezug in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2018)

Ein Diagnoseprozess³ beginnt mit förderrelevanten *Daten*, die (von Lehrkräften) entweder selbst erhoben werden oder die gesichtet werden. Dabei kann es sich um formell oder informell erhobene *Daten* handeln oder um *Daten*, die von einer anderen Person erhoben wurden. Hierbei ist wichtig, dass, egal um welche Erhebungsart es sich handelt, die Erhebung von einer Förderabsicht geleitet wird und damit implizit auch immer einer spezifischen Fragestellung im Sinne der Förderabsicht unterliegt. Die Förderabsicht leitet dabei auch die Entscheidung für die Diagnoseart, insbesondere, ob die Erhebung von Arbeitsprodukten von Schüler*innen im Sinne einer Statusdiagnostik oder die Bearbeitungsprozesse (Prozessdiagnostik) erforderlich sind. Das Erheben und/oder das Sichten von *Daten* lässt sich auch in den weiter oben beschriebenen Diagnoseprozessen finden. Dabei sind die auf Jäger (2007) basierenden Prozesse dadurch gekennzeichnet, dass die Datenerhebung einer Fragestellung unterliegt, die Förderabsicht aber nicht prominent hervorgehoben wird und vor allem in der ursprünglichen Modellierung (Jäger, 2007) keine Rolle spielt. Zusätzlich unterscheidet sich die hier beschriebene Komponente *Daten* dahingehend von diesen Modellierungen, dass *Daten* eine einzelne Komponente im Prozess abbildet, während die Inhalte dieser Komponente in den anderen Prozessen teilweise ausdifferenzierter dargestellt werden. So bildet *Daten* Merkmale ab, die man z. B. in den Komponenten *Fragestellung*, *Datenerhebung* und *Registrierung* (Jäger, 2007; Hascher, 2009) findet. Auch im Modell von Klug et al. (2013) finden sich Überschneidungspunkte. So sollen Lehrkräfte in der *präaktionalen* Phase Methoden wählen, um Daten erheben zu können und dann in der *aktionalen* Phase Informationen sammeln. Hierbei

³ Die Beschreibungen der Komponenten sind eng an die Darstellung in v. Aufschnaiter, Münster & Beretz (2018) angelehnt.

wird ebenfalls eine Förderungsabsicht betont. Bei Heinrichs (2018) stellen die Schülerlösungen als Eingang in den Diagnoseprozess *Daten* dar, werden aber durch Heinrichs (2018) nicht genauer thematisiert.

Die Daten sind in der Regel vielfältig und können unterschiedliche Facetten eines Lehr-/Lernprozesses abbilden. Vor dem Hintergrund der Förderabsicht werden in dieser Datenvielfalt förderrelevante *Beobachtungen* herausgearbeitet und beschrieben. Dies kann zwar nicht komplett deutungsfrei erfolgen, da die *Beobachtungen* durch die Förderabsicht geleitet sind, allerdings sollten sie wertneutral sein. ‚Wertneutral‘ bedeutet in diesem Fall, dass nur die Sachlage beschrieben wird. Eine Wertung im Sinne von *richtig, falsch* oder *angemessen, unangemessen* findet nicht statt. An dieser Stelle wird nur beschrieben, was Schüler*innen sagen oder was man in der Situation sehen kann. Dies macht *Beobachtungen* intersubjektiv überprüfbar. Eine ähnliche Komponente lässt sich in den oben beschriebenen Diagnoseprozessen nur beschränkt identifizieren. In Teilen findet auch bei Jäger (2007) und Hascher (2009) mit der Komponente *Registrierung* eine *Beobachtung* statt, indem Informationen replizierbar festgehalten werden. Dabei fokussiert ein*e Beobachter*in nur bestimmte Ausschnitte in den Daten (s. a. Jäger, 2007, S. 130). Klug et al. (2013) definieren zum Informationensammeln nicht nur die Datenerhebung, sondern auch die Auswahl relevanter Informationen, was einer Beobachtung ähnelt. Auch das Modell von Heinrichs (2015) beinhaltet in der Phase des *Wahrnehmens*, dass bestimmte Aspekte besonders wahrgenommen werden. Dies ist allerdings schon stark interpretativ geprägt, da nicht neutral beschrieben wird, sondern schon gleich ein Fehler identifiziert werden soll.

Beobachtungen und *Deutungen* finden oft fast gleichzeitig statt – es wird etwas beobachtet und das Beobachtete sofort interpretiert. Deutungen durchdringen gemachte Beobachtungen interpretativ bzw. Beobachtungen werden herangezogen, um initiale Deutungen zu stützen oder auch in Frage zu stellen. Für eine passende Förderung ist es wichtig, Deutungen so genau und differenziert wie möglich zu formulieren, anstatt dichotom zu werten (*gut, schlecht* oder *richtig, falsch*). Z. B. kann genau interpretiert werden, was Schüler*innen bereits verstanden haben oder können und wie dieses Verständnis bzw. das Können von dem abweicht, was im Unterricht intendiert war. Besonders hier können Bezüge auf (fach)didaktische Theorie und Empirie helfen, um Verständnis und Können besser und differenzierter einschätzen zu können (vgl. Kap. 2.3). Gedeutet wird auch in den vorher beschriebenen Modellen der Diagnoseprozesse – dort ist das Deuten jedoch auf unterschiedliche Weise und oft auch über verschiedene Komponenten hinweg verteilt zu finden. Bei Jäger (2007) bzw. auch Hascher (2009) findet eine *Dateninterpretation*, eine *Urteilsbildung* und am Ende das *Urteil* statt. Alle drei Komponenten beinhalten Aspekte, bei denen gedeutet werden muss, z. B. um zu beschreiben welches Verständnis Schüler*innen von einem Thema haben. In den Modellen von Esslinger-Hinz und Sliwka (2011) bzw. Gutscher (2018) kann das Deuten in einer Komponente, der *Investigation*, identifiziert werden, wobei diese auch noch andere Eigenschaften neben dem Deuten aufweist. Bei Klug et al. (2013) ist das Deuten Bestandteil des *systematischen Handelns* in der aktionalen Phase, bei dem explizit interpretiert werden soll. Wie bereits im vorherigen

Absatz beschrieben, ist das *Wahrnehmen des Fehlers* im Prozessmodell von Heinrichs (2015) nicht nur eine wertneutrale Beschreibung, sondern beinhaltet bereits eine Deutung über das (fehlerhafte) Verständnis von Schüler*innen.

Das Verhalten von Schüler*innen und damit auch die Deutungen dieses Verhaltens hat in der Regel gute oder zumindest nachvollziehbare Gründe, die ihrerseits Deutungen sind und sich als Anschlusspunkte für Förderentscheidungen anbieten. Im Rahmen der Suche nach möglichen *Ursachen* wird darüber nachgedacht, wie es zu dem diagnostizierten Verständnis oder Verhalten gekommen sein könnte. Ursachen können vielfältig sein. Mindestens drei verschiedene Ursachentypen sind denkbar (v. Aufschnaiter et al., 2018, 2020; Beretz, 2021): Die vorliegende *Situation* könnte ein bestimmtes Denken oder Verhalten anregen, anderes Denken oder Verhalten aber wiederum nicht stimulieren. Dies könnte z. B. auf die Passung des Lernangebotes oder die sozialen Rahmenbedingungen zurückzuführen sein. Eine weitere Ursache könnte die *Komplexität des Gegenstandes* bzw. dessen Anforderungsniveau darstellen. Z. B. kann es für Schülerinnen anspruchsvoll sein, die Newtonschen Axiome zu verstehen, da Kräfte nicht erfahrbare sind. Dies erschwert u. a. das Ableiten von Angriffspunkten und Richtungen. Die *Biografie der*des Lernenden* stellt ebenfalls eine potenzielle Ursache dar. Hierzu gehören u. a. bestimmte Erfahrungen, oder das Fehlen ebendieser. Diese können kurzfristig (Freude oder Frustration durch die Rückgabe einer Klassenarbeit) oder langfristig (fehlende vorlaufende Lernprozesse) sein. Auch das soziokulturelle Umfeld gehört zur Biografie und kann die Auseinandersetzung mit einem Thema beeinflussen. Die vorherig beschriebenen Prozessmodelle greifen die Idee der Ursachenforschung als eine Form der Deutung auf und grenzen sie nicht als eigene Komponenten davon ab – trotzdem stellt das Ergründen von Ursachen in all diesen Modellen eine zentrale Bedeutung des Diagnostizierens dar. So benennen z. B. Klug et al. (2013) in der *aktionalen* Phase das Finden von Lernschwierigkeiten als wichtigen Schritt (S. 39). Lediglich im Prozessmodell von Heinrichs (2015) wird die Phase der Ursachenfindung (*Hypothesen über Ursachen*) als eigene Komponente herausgestellt.

Abgeleitet aus Beobachtungen, Deutungen und Ursachen folgen *Konsequenzen* für die Förderung. Zum einen wird dabei abgeleitet, *was* Schüler*innen besser verstehen oder können sollten. Auch hier kann so genau und differenziert wie möglich formuliert werden, um eine bestmögliche Förderung zu ermöglichen. Zum anderen kann abgeleitet werden, *wie* eine Förderung aussehen und umgesetzt werden könnte, z. B. eine bestimmte Instruktion im Unterricht. Im Sinne eines breiten Verständnisses von Diagnostik kann sich die Förderung einerseits konkret auf die jeweiligen Individuen beziehen, an denen diagnostiziert wurde, andererseits können die *Konsequenzen* jedoch auch für die Förderung von Gruppen oder generell nachfolgende Schüler*innen abgeleitet werden. Die Umsetzung dieser *Konsequenzen*, also dem Konzipieren bzw. Überarbeiten von Fördermaßnahmen, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht mehr als Teil des Diagnoseprozesses angesehen. Allerdings kann die Umsetzung End-, Zwischen- oder Ausgangspunkt für eine (weitere) Diagnostik sein (s. a. v. Aufschnaiter et al., 2018, 2020; Beretz, 2021; Beretz et al., 2017). Abgesehen von dem ursprünglichen Prozess-

modell von Jäger (2007) lässt sich auch in den anderen Modellierungen des Diagnoseprozesses das Ableiten von Konsequenzen finden, diese hängen aber meist mit einer konkreten Förderung zusammen. Esslinger-Hinz und Sliwka (2011) bzw. Gutscher (2018) modellieren mit der Komponente *Diagnose/Entscheidung* das Treffen von Entscheidungen, die auf der vorherigen Analyse basieren und im Übertrag auf die pädagogische Diagnostik die Zuweisung von Fördermaßnahmen meint. Auch Hascher (2009) implementiert die *Entwicklung* (Komponente 7) und auch die *Umsetzung der Förderung* (Komponente 8) im Diagnoseprozess. In der *postaktionalen* Phase im Modell von Klug et al. (2013) finden sich ebenfalls unterschiedliche Aspekte, die einerseits das Planen einer Förderung, aber auch in Teilen die Umsetzung der Förderung im Sinne einer Rückmeldung (Feedback) an Schüler*innen vorsieht. Konsequenzen finden sich auch bei Heinrichs (2015) beim *Umgang mit dem Fehler*.⁴

Ähnlich wie in den vorher diskutierten Prozessmodellen von Esslinger-Hinz und Sliwka (2011), Gutscher (2018), Hascher (2009), Klug et al. (2013) und Heinrichs (2015) kann der hier beschriebene Diagnoseprozess dann ebenfalls zyklisch angelegt sein, indem man angelegte Fördermaßnahmen mit erneutem Beginn des Prozesses überprüft. Der hier beschriebene Prozess (Abb. 4) muss nicht zwingend linear durchlaufen werden, auch wenn alle Komponenten für eine Diagnostik zielführend sind. So kann es z. B. sein, dass beim Ableiten von Deutungen oder dem Ergründen von Ursachen neue Fragen aufgeworfen werden zu deren Beantwortung ggf. erneut Daten erhoben werden müssen oder Beobachtungen mit einem anderen Fokus benötigt werden. In einem iterativen Prozess können beim Diagnostizieren zudem alternative Deutungen, Ursachen und/oder Konsequenzen entstehen.

2.3 Theorie- und Empiriebezüge beim Diagnostizieren

Schon in der Definition von Diagnostik bei Ingenkamp und Lissmann (2008, vgl. Kap. 2) wird deutlich, dass es sich dabei nicht einfach um einen subjektiv geleiteten Prozess handelt, sondern „unter Beachtung wissenschaftlicher Gütekriterien beobachtet und befragt wird“ (S. 13). Unterschiedliche Autor*innen weisen darauf hin, dass (angehende) Lehrkräfte im Diagnoseprozess nicht einfach nur irgendwie diagnostizieren oder ausschließlich subjektive Bezüge auf z. B. eigene Erfahrungen herstellen sollten. Vielmehr benötigen sie Ressourcen, auf die sie im Diagnoseprozess zurückgreifen können, um beispielsweise Verständnisse und Vorstellungen von Schüler*innen angemessen erfassen zu können. Ähnliche Auffassungen findet man vor allem auch in (internationalen) Forschungsarbeiten zu zur Diagnostik ähnlichen Konstrukten wie dem formativen Assessment und dem *Noticing* (u. a. Alonzo, 2018; Alonzo & Elby, 2019; Gutscher, 2018; Rath, 2017; van Es & Sherin, 2002). Dabei kann es für (angehende) Lehrkräfte fruchtbar sein, im Diagnoseprozess auf Ressourcen, wie Theorien und/oder empirische Befunde zurückzugreifen. Neben der Möglichkeit Kompetenzen von Schüler*innen einfacher und verlässlicher einschätzen zu können, bieten sie Lehrkräften im

⁴ Für eine genauere Diskussion zum *Umgang mit dem Fehler* s. a. Heinrichs (2015, S. 81-90).

Diagnoseprozess auch Orientierung und Anknüpfungspunkte für ihre Diagnostik bzw. für die daran anschließende Förderung.

Auch vor dem Hintergrund eines breiten Kompetenzverständnisses (vgl. Weinert, 2014; Kap. 2) bieten sich Theorieelemente und Befundlagen zu unterschiedlichen Kompetenzen als Bezugspunkt im Diagnoseprozess an. Das schließt auch solche Theorie-/Empiriebezüge zu Kompetenzen mit ein, die nicht explizit auf ein bestimmtes Unterrichtsfach gemünzt, sondern fächerübergreifend sind. So können z. B. Befunde zu Problemlösefähigkeiten, die in allen Fächern benötigt werden (Weinert, 2014, S. 28), oder auch Kompetenzen zum experimentellen Arbeiten, die hauptsächlich in naturwissenschaftlichen Fächern eine Rolle spielen (KMK, 2020), nützlich sein.

Im Fachunterricht wird von Lehrkräften neben fächerübergreifenden Perspektiven aber auch gleichzeitig zentral eine fachliche Perspektive eingenommen. Dabei reicht Fachwissen zum Analysieren von Verhalten, Produkten und Verständnissen von Schüler*innen nicht aus (u. a. Ruiz-Primo & Furtak, 2007, S. 78). Nutzbare Theorien und empirisch gewonnene Erkenntnisse stammen z. B. aus der (fachdidaktischen) Forschung; sie liefern u. a. Hinweise auf typische Schülervorstellungen, die wiederum zu fokussierten Beobachtungen und deutenden Einordnungen führen können (vgl. Abb. 4). Modellierungen und empirische Befundlagen zu (themenspezifischen) Lernprozessen können unterstützen, nächste Lernschritte (*was* in den Konsequenzen) abzuleiten. Diese Bezüge können bereits in der ersten Phase der Lehrerbildung adressiert werden: „Die Vermittlung von spezifischem fachdidaktischen Wissen, also Wissen zu spezifischen Schülervorstellungen, scheint grundlegend für gelingende Diagnosen zu sein“ (Hoppe, Renkl & Rieß, 2020, S. 19).

Wenngleich der Fokus häufig auf kognitiven Kompetenzfacetten liegt, kann auch Theorie und Empirie zu anderen Kompetenzfacetten (motivational, volitional oder sozial, vgl. Weinert, 2014; Kap. 2) für den Diagnoseprozess relevant sein. Z. B. kann der Bezug auf Ergebnisse aus Interessenstudien (z. B. IPN Interessenstudie, s. a. Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998) Hinweise auf mögliche Ursachen für fehlende kognitive Beteiligung liefern und damit auch plastisch machen, dass sich Deutungen einer Fehlvorstellung ergeben, weil sich Lernende wenig intensiv mit einer Aufgabe befassen, u. U. den Sachverhalt aber sehr wohl beherrschen. Helmke et al. (2004) beschreiben in diesem Zusammenhang das *gegenstandsspezifische* Wissen, u. a. als „Wissen [...] über die Anforderungen in einem Lerngebiet, über Schwierigkeitsmerkmale von Aufgaben, über mögliche Lösungsprozeduren, typische Vorgehensweisen, Leistungen und Fehlern bei Schülern unterschiedlichen Entwicklungsstands und unterschiedlicher Leistungsfähigkeit“ (S. 3). Theorien und empirische Befunde sollten insbesondere in der ersten Phase der Lehrerbildung adressiert werden, damit Lehrkräfte schon von Beginn der Ausbildung ein solches Wissen aufbauen können. Dabei ist ein wesentlicher Zugang das fachliche Verständnis von Schüler*innen. Im Folgenden soll daher mit *Learning Progressions* ein möglicher Theorie-/Empiriebezug thematisiert werden, der das

fachliche Verständnis von Schüler*innen in den Blick nimmt und ein zentrales Element dieser Arbeit darstellt.

2.3.1 Learning Progressions

Im Unterricht ist es für Fachlehrkräfte insbesondere wichtig, fachliches Verständnis von Schüler*innen passend einschätzen zu können. Eine ihrer primären Aufgaben ist es, Unterricht so zu gestalten, dass ein fachlicher Kompetenzaufbau bei Schüler*innen stattfinden kann (vgl. KMK, 2004, 2020; Kircher & Girwidz, 2020). Dabei kann fundiertes Wissen über typische Schülervorstellungen, fachliche Schwierigkeiten und Lernverläufe hilfreich sein, um einen Zugang zu Äußerungen und Verhalten von Schüler*innen finden zu können. Mit Schülervorstellungen sind an dieser Stelle Alltagsvorstellungen gemeint, mit denen Schüler*innen in den Unterricht kommen und die nicht zwingend mit fachlich angemessenen Vorstellungen übereinstimmen (vgl. Schecker & Duit, 2018). Neben verschiedenen Studien, die zu zahlreichen Themengebieten Erkenntnisse über Schülervorstellungen liefern (zusammenfassend z. B. in Schecker et al., 2018), stellen *Learning Progressions* einen Zugang zu fachlichen Lernverläufen und fachlichen Vorstellungen von Schüler*innen zu einem bestimmten Themengebiet dar. Eine allgemeine und oft genutzte Definition von *Learning Progressions* gibt das National Research Council (NRC, 2007): „Learning progressions are descriptions of the successively more sophisticated ways of thinking about a topic that can follow one another as children learn about and investigate a topic over a broad span of time” (S. 219). *Learning Progressions* bilden damit nicht nur Vorstellungen von Schüler*innen ab, sondern beschreiben eine sukzessive Entwicklung im Verständnis der Schüler*innen zu einem bestimmten Themengebiet. Diese Kompetenzentwicklung findet, z. B. mithilfe gezielter Instruktionen (vgl. Neumann, 2020), über einen längeren Zeitraum (z. B. Unterrichtseinheit, Schuljahr, mehrere Schuljahre) statt.

Learning Progressions bilden in ihrem Aufbau den (hypothetischen) Fortschritt im inhaltsbezogenen Verständnis durch unterschiedliche Niveaus ab. Sie beziehen sich dabei oft auf dokumentierte Schülervorstellungen, geben diesen aber eine Reihenfolge im Lernprozess. Sie haben jeweils einen *unteren* und einen *oberen Anker*. Der untere Anker, das niedrigste Niveau, bildet dabei Vorstellungen ab, die besonders weit weg von einer fachlich angemessenen Sichtweise sind. Im oberen Anker, dem höchsten Niveau, befinden sich Vorstellungen, die der fachlich angemessenen Sichtweise besonders nah liegen, allerdings nicht zwingend vollständig richtig sein müssen. So fehlen u. a. möglicherweise spezifische Präzisierungen (z. B. für welche Bezugssysteme eine Überlegung gilt) oder Erweiterungen (z. B. von zwei- auf mehrdimensionale Überlegungen). Dazwischen befindet sich die sogenannte *unordentliche Mitte* („messy middle“, Gotwals & Songer, 2010, S. 277), die in unterschiedlichen Niveaus Vorstellungen zum Themengebiet abbildet. Dabei handelt es sich um Vorstellungen, die Schüler*innen wahrscheinlich durchlaufen, während sie sich vom unteren zum oberen Niveau bewegen (u. a. Alonzo, 2012; Gotwals & Anderson, 2015; Stevens, Delgado & Krajcik, 2010).

Die Vorstellungen und das Verständnis, welches Schüler*innen haben können, werden mit Hilfe der Einordnung in Niveaus lernlogisch abgebildet. Das bedeutet, dass der Fortschritt im Lernen und auch die einzelnen Niveaus an sich so abgebildet werden, wie Schüler*innen über den Themenkomplex denken und wie sie sich Konzepte dazu aneignen. Die Niveaus können insbesondere in der *unordentlichen Mitte* Vorstellungen zu dem Themengebiet enthalten, die fachlich angemessen sind, aber ebenfalls Vorstellungen, die aus fachlicher Sicht noch weit von einer angemessenen Vorstellung entfernt sind (u. a. Alonzo, 2012; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018). *Learning Progressions* bilden also Qualitätsunterschiede im Verständnis und den Vorstellungen (von Schüler*innen) ab und stehen damit im starken Kontrast zu einer Auffassung, bei der Wissen dichotom in richtig und falsch unterschieden wird. Unter diesem Gesichtspunkt bieten *Learning Progressions* eine Möglichkeit fachlich unangemessenen Vorstellungen unterschiedliche Qualität zuzuweisen (u. a. Alonzo, 2018).

In Tabelle 4 ist ein Auszug einer *Learning Progression* im Gebiet der Mechanik zu *Kraft und Bewegung* (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) abgebildet. Der Auszug zeigt Vorstellungen und den idealtypischen Lernverlauf, den Schüler*innen zum Themenfeld *Bewegung* haben könnten. Darin wird insbesondere die lernlogische Reihung der Konzepte deutlich, da vor allem in den unteren Niveaus Vorstellungen abgebildet sind, die aus fachlicher Sicht von der angemessenen Vorstellung besonders weit weg sind. So wird z. B. Bewegung noch nicht in Verbindung mit einer Richtung gebracht. Eine Vorstellung von Beschleunigung ist ebenfalls noch nicht vorhanden. In Niveau 4 wird deutlich, dass die dort abgebildeten Vorstellungen den fachlich angemessenen Vorstellungen am nächsten sind. Dies gilt jedoch nur eingeschränkt, da die gesamte *Learning Progression* nur Vorstellungen zur Translation abbildet. Das Phänomen der Rotation, die ebenfalls im Themenkomplex *Kraft und Bewegung* verortet werden kann, wird durch die *Learning Progression* beispielsweise nicht thematisiert. Außerdem wird die *unordentliche Mitte* mit den Niveaus 2 und 3 deutlich, die eine Vielzahl fachlich anschlussfähiger Vorstellungen abbildet, aber auch noch Vorstellungen beinhaltet, die aus fachlicher Sicht relativ weit weg von angemessenen Vorstellungen sind.

Tab. 4: Auszug aus einer Learning Progression zum Themenfeld Kraft und Bewegung nach Alonzo & Steedle (2009) bzw. Alonzo & v. Aufschnaiter (2018). Der Auszug zeigt den Abschnitt zum Themenfeld Bewegung.

Niveau	Vorstellungen zu Bewegung
Niveau 4	• Geschwindigkeit hat einen Betrag und eine Richtung (wenn der Betrag ungleich Null ist). • Eine Geschwindigkeit ist konstant, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern. Im Ruhezustand hat ein Objekt eine konstante Geschwindigkeit mit dem Betrag Null. • Auch wenn sich die Geschwindigkeit eines Objektes ändert, kann es eine Momentangeschwindigkeit von Null haben. • Die Richtung der Änderung der Geschwindigkeit muss nicht der Richtung der Geschwindigkeit entsprechen. • Beschleunigung beschreibt, wie stark und in welche Richtung sich Geschwindigkeit ändert. • Beschleunigung hat einen Betrag und eine Richtung (wenn der Betrag ungleich Null ist).
Niveau 3	• Geschwindigkeit hat einen Betrag und eine Richtung (wenn der Betrag ungleich Null ist). • Eine Geschwindigkeit ist konstant, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern. • Der Ruhezustand ist etwas anderes als konstante Geschwindigkeit mit einem Betrag von Null. • Sich bewegendes Objekte werden natürlicherweise langsamer.
Niveau 2	• Objekte bewegen sich oder tun das nicht. • Bewegung hat eine Richtung (z. B. rauf/runter, vorwärts/rückwärts, links/rechts, auf einen Ort/ein Objekt zu oder von ihm weg).
Niveau 1	• Es gibt einen natürlichen Bewegungszustand: Schwere Objekte bleiben wo sie sind, leichte können bewegt werden.

Die lernlogische Anordnung der Niveaus steht im Kontrast zu einer zweiten Auslegung von *Learning Progressions*, die eine sachlogische Reihung vorsieht. In diesen Progressions werden nur fachlich richtige Konzepte so in Niveaus angeordnet, wie sie im Lehrprozess nacheinander thematisiert bzw. idealtypisch gelernt werden sollen. Die Ordnung der Niveaus folgt demnach nicht dem Aufbau, der sich bei Schüler*innen typischerweise einstellt bzw. von dem angenommen wird, dass er sich einstellt, sondern dem, der aus fachlicher Sicht logisch ist – Konzepte in den höheren Niveaus bauen auf Konzepten der unteren Niveaus auf. U. a. Alonzo und v. Aufschnaiter (2018) schlagen vor, diese Art von Niveaumodellen als *Content Progressions* zu bezeichnen.

In *Learning Progressions* wird nicht der eine Weg abgebildet, den Schüler*innen in ihrem Lernen linear durchlaufen. Sie bilden vielmehr einen Durchschnitt von Lernverläufen ab und zeigen damit welcher Lernverlauf sich unter idealen Bedingungen vermutlich einstellt. Die

unterschiedlichen Niveaus stellen Meilensteine auf dem Weg zum Expertenwissen dar und die *Learning Progression* illustriert die Bandbreite der möglichen Vorstellungen auf dem Weg zu einem fachlich angemessenen Expertenwissen (u. a. Gotwals & Anderson, 2015). Gotwals & Songer (2010) betonen, dass insbesondere die *unordentliche Mitte* komplex ist und in diesem Bereich der Lernverlauf für unterschiedliche Schüler*innen verschieden sein kann. Detaillierte Ausführungen zu Definitionen, Entwicklung, Struktur und Aufbau von *Learning Progressions* finden sich u. a. bei Alonzo (2012), Gotwals und Anderson (2015) oder Hadenfeldt, Bernholt, Liu, Neumann & Parchmann (2013).

Learning Progressions stehen vermehrt in der Kritik den Fortschritt im Verständnis von Schüler*innen nicht valide abzubilden (u. a. Alonzo, 2012; Steedle & Shavelson, 2009). Ein Grund dafür ist die Tatsache, dass sie, wie bereits erwähnt, individuellen Fortschritt nicht abbilden können, da es sich um idealtypische Entwicklungen handelt. Außerdem müsste man für empirisch abgesicherte *Learning Progressions* Schüler*innen über größere Zeiträume in Längsschnittstudien untersuchen, z. B. über mehrere Schuljahre hinweg (u. a. Alonzo, 2012; Gotwals & Anderson, 2015). Bisher konnten Forscher*innen in ihren Untersuchungen allerdings nur einzelne Zeitskalen für Querschnittstudien nutzen, um eine (teilweise) hypothetisch hergeleitete *Learning Progression* empirisch abzusichern. Dabei wurden in einigen Untersuchungen aber auch Abweichungen zu modellierten *Learning Progressions* festgestellt (u. a. Alonzo & Steedle, 2009; Neumann et al., 2013). Gleichzeitig bilden *Learning Progressions* Niveaus trennscharf ab, obwohl diese Trennschärfe so nicht vorhanden ist. Alonzo und Elby (2019) ergänzen zu dieser geäußerten Kritik, dass *Learning Progressions* in ihrer Form mit scharf abgegrenzten Niveaus zwar empirisch nicht adäquat sind, für Lehrkräfte im Unterricht aber nützlich sein können. Die Frage ist dann nicht, ob *Learning Progressions* wahrheitsgemäß Lernverläufe abbilden, sondern, ob sie als Modell so genutzt werden können, dass sie ihren Zweck erfüllen (Lehrer & Schauble, 2015). So bieten sie, wie bereits erwähnt, z. B. Lehrkräften einen Zugang zu Qualität in unterschiedlichen fachlich unangemessenen Äußerungen von Schüler*innen.

Besonders in den Didaktiken der Naturwissenschaften wurden in den letzten ca. 10 Jahren mehrere *Learning Progressions* zu unterschiedlichen Themengebieten beschrieben, wobei diese in ihrer Gesamtheit mit wenigen Themengebieten nur einen kleinen Teil der jeweiligen Disziplinen abbilden. Beispielhaft sollen an dieser Stelle drei *Learning Progressions* genannt werden, auf die in der Fachliteratur oft Bezug genommen wird: *Kraft und Bewegung* (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018), *Energie* (Neumann et al., 2013), *natürliche Auslese* (Furtak, Thompson, Braaten & Windschitl, 2012; Furtak & Heredia, 2014).

Gerade in ihrer Funktion, im Diagnoseprozess das Herauspräparieren von Beobachtungen und differenziertere Deutungen jenseits dichotomer Zuweisungen (richtig/falsch) zu ermöglichen, stellen *Learning Progressions* als Modell mit den darin abgebildeten Vorstellungen ein wichtiges Werkzeug für das Diagnostizieren dar. Mit der Grundidee, dass Lernen in Schritten

erfolgt und Schüler*innen entlang dieser idealtypisch ihr Verständnis aufbauen, haben Lehrkräfte einen strukturierteren Zugang zu den Vorstellungen von Schüler*innen: „Since teachers often struggle to identify the range of ideas that students bring to the classroom, learning progressions can provide structure to help teachers anticipate students’ ideas and plan for how to work with these ideas” (Gotwals & Anderson, 2015, S. 600). Gleichzeitig ermöglichen *Learning Progressions* einen effizienteren Zugang zu Förderung, indem Förderung nun nicht mehr bedeutet, Schüler*innen direkt auf das eine richtige (höchste) Niveau bringen zu wollen, sondern zunächst das jeweils nächste Niveau in den Blick zu nehmen.

2.3.2 Theorie- und Empiriebezüge im Diagnoseprozess

Die für diese Arbeit hoch relevanten *Learning Progressions* stellen nur einen möglichen Theorie-/Empiriebezug dar, der den Diagnoseprozess orientieren und bereichern kann. Abbildung 5 zeigt, wie dies im Diagnoseprozess möglich ist. Wie Theorie- und Empiriebezüge die jeweiligen Komponenten beeinflussen können, ist mit Beschriftungen an den Pfeilen in der Abbildung dargestellt. Im Folgenden wird am Beispiel von *Learning Progressions* diskutiert, wie dieses Modell und darin enthaltene Empirie für die einzelnen Komponenten im Diagnoseprozess eine unterstützende Funktion erfüllen können. Dabei wird auch thematisiert, wann *Learning Progressions* nur begrenzt im Diagnoseprozess helfen können.

Vor dem Hintergrund von Theorie-/Empiriebezügen können diagnostische Fragen oder Aufgaben abgeleitet werden, die beim Erheben von *Daten* unterstützen können. So könnten Lehrkräfte z. B. einen *Ordered Multiple-Choice Test* (OMC, z. B. Alonzo & Steedle, 2009; Hardenfeldt et al., 2013) einsetzen, bei dem die einzelnen Antworten immer einem bestimmten Niveau der verwendeten *Learning Progression* zugeordnet sind oder gezielt Fragen formulieren, die Verständnisse auf bestimmten Niveaus adressieren.

Bei den *Beobachtungen* können Theorie-/Empiriebezüge helfen, eine Orientierung auf förderrelevante Aspekte zu legen. Im Fall von *Learning Progressions* findet generell eine Orientierung auf das Verständnis von Schüler*innen statt. In diesem Verständnis kann es wiederum einen Fokus auf unterschiedliche Vorstellungsbereiche geben, die möglicherweise in einer *Learning Progression* abgebildet sind. Mit einer *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* (Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) können Lehrkräfte z. B. einen Fokus auf das Verständnis zu Bewegung, zu Kraft oder zur Wechselbeziehung zwischen Kraft und Bewegung legen. Eine *Learning Progression* kann aber selbstverständlich nicht immer zwingend für Beobachtungen genutzt werden. So kann es z. B. sein, dass die Daten gar keine Beobachtungen mit einer *Learning Progression* ermöglichen, da die Schüler*innen keine fachlichen Äußerungen zu dem Themengebiet (z. B. *Kraft und Bewegung*) tätigen.

Theorien und empirische Befunde liefern Lehrkräften somit Kriterien, die *Deutungen* ermöglichen und bieten außerdem die Möglichkeit, gemachte Beobachtungen in Befundlagen einzuordnen. Mit *Learning Progressions* können Lehrkräfte z. B. ergründen, ob Aussagen von

Schüler*innen im Sinne eines Niveaus einer *Learning Progression* gemeint sein könnten. Generell können *Learning Progressions* genutzt werden, um so genau wie möglich zu deuten was eine Person zu einem Themengebiet versteht und was nicht oder nur in Ansätzen verstanden wird. Dies ist selbstverständlich nur soweit möglich, wie die Äußerungen der Schüler*innen auch zu der genutzten *Learning Progression* passen. So könnte es z. B. sein, dass Schüler*innen Elemente thematisieren, die nicht in einer *Learning Progression* abgebildet sind.

Beim Ergründen von *Ursachen* können Theorie- und Empiriebezüge Hinweise auf Gründe für das Verhalten und das gedeutete Verständnis von Schüler*innen geben. Alle drei Ursachentypen (vgl. Kap. 2.2.3) können dabei auch mit einer *Learning Progression* abgedeckt werden. Im Bereich der vorliegenden *Situation* könnte es z. B. sein, dass die bearbeiteten Aufgaben Verständnis auf einem bestimmten Niveau der *Learning Progression* voraussetzen, die Schüler*innen in ihrem Verständnis dieses Niveau aber noch nicht erreicht haben. Beim Analysieren der Aufgabe könnten Lehrkräfte aber vielleicht auch feststellen, dass die Aufgabe so formuliert ist, dass ein bestimmtes Verständnis angeregt wird, das auf einem niedrigeren Niveau der *Learning Progression* zu finden ist (*Komplexität des Gegenstandes*). In der *Biografie der Schüler*innen* könnte aber auch ersichtlich sein, dass vorher gestalteter Unterricht zu wenig Übungsphasen auf einem hohen Niveau geboten hat, um ein Verständnis aufzuweisen, das eher diesem Niveau entspricht. Insbesondere Ursachen können vielfältig sein und es sollte darauf geachtet werden, dass die Ursachensuche auch andere Gründe in Betracht zieht und nicht nur im Rahmen einer *Learning Progression* nach Ursachen gesucht wird.

Auch beim Ableiten von *Konsequenzen* für die Förderung können Theorie- und Empiriebezüge unterstützen. Konkret könnte dies im Fall von *Learning Progressions* so aussehen, dass beim *was* der Konsequenzen darauf geschaut wird, welche Konzepte, die sich in einer *Learning Progression* finden lassen, als nächstes im Unterricht thematisiert werden. So kann es sein, dass der nächste Lernschritt ein Konzept auf einem höheren Niveau beinhaltet, um das Verständnis der Schüler*innen weiterzuentwickeln. Es kann aber auch sein, dass noch einmal ein Konzept auf einem eher niedrigeren Niveau thematisiert werden muss. Die Planung (*wie*) für die darauffolgenden Instruktionen umfasst dann Material und Methoden, die am Niveau der Schüler*innen orientiert sind (s. a. Münster & v. Aufschnaiter, 2019). Es kann allerdings auch sein, dass sich in den vorher durchlaufenen Komponenten des Diagnoseprozesses herausgestellt hat, dass anschließende Konsequenzen eher abgekoppelt von einer *Learning Progression* stattfinden sollten.

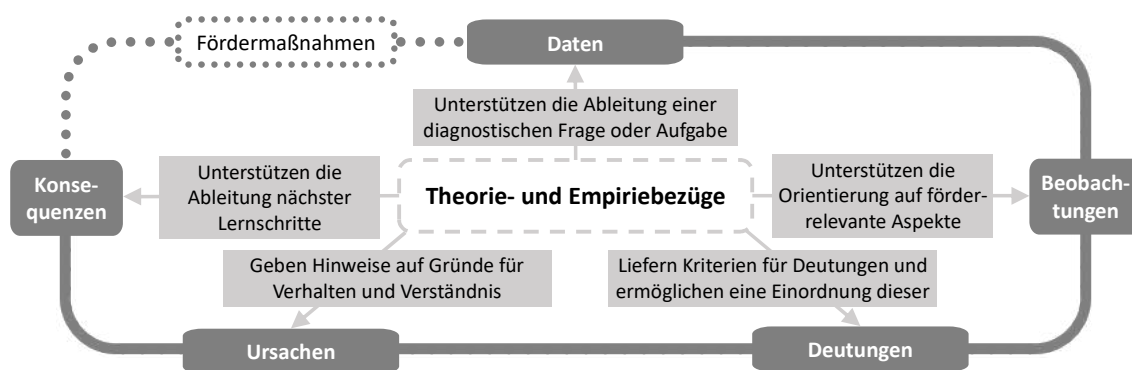


Abb. 5: Erträge aus Theorie- und Empiriebezügen im Diagnoseprozess in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2018) bzw. Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929)

2.4 Qualität von Diagnostik

Der in Kapitel 2.2.3 diskutierte Diagnoseprozess und die Erträge aus Theorie- und Empiriebezügen, die im letzten Abschnitt thematisiert wurden, legen nahe, dass sowohl der *Prozess* an sich, als auch das daraus entstehende *Produkt*, die Diagnose, verschiedene Qualitäten aufweisen können. Ein Qualitätsaspekt wurde in Kapitel 2.2.3 insbesondere im Zusammenhang mit Deutungen für den Diagnoseprozess bereits thematisiert: Das *differenzierte* Ableiten von dem, was Schüler*innen bereits wissen oder können und wie dieses Wissen und Können von dem abweicht, was im Unterricht intendiert war. Eine differenzierte Diagnostik kann dabei nicht nur eine präzisere Diagnose ermöglichen, sondern bietet insbesondere auch einen breiteren Zugang zu Fördermöglichkeiten, die wesentlich individueller auf einzelne Personen oder Gruppen abgestimmt werden können. Differenziertes Diagnostizieren kann also die Qualität der Diagnostik steigern. Ähnliche Überlegungen findet man u. a. auch in der Forschungsliteratur zum formativen Assessment (vgl. Kap. 2.6.1).

Auch der im vorherigen Abschnitt thematisierte *Bezug auf Theorie oder Empirie* steigert die Qualität des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.3.2). Dies ist insbesondere der Fall, wenn Theorie- und Empiriebezüge dazu führen, dass Diagnostik abgesichert wird, weniger spekuliert wird und Diagnostik differenzierter betrieben wird. Theorie und Empirie kann in allen Komponenten des Diagnoseprozesses genutzt werden (vgl. Kap. 2.3.2), was die Qualität im gesamten Diagnoseprozess steigern kann. Dabei müssen explizite Bezüge nicht immer ein Qualitätsmerkmal sein. Auch implizite Bezüge auf Theorie/Empirie können zu einer Steigerung der Qualität führen und sind ggf. sogar ein Zeichen dafür, dass die Theorie-/Empiriebezüge der diagnostizierenden Person im Prozess sicherer und systematischer sind. Es kann jedoch auch schon hilfreich sein, wenn beim Diagnostizieren Bezüge zum selbst erlebten Unterricht hergestellt oder auf Erfahrungswerte zurückgegriffen wird, um ggf. Vermutungen abzusi- chern, anstatt spekulativ zu agieren. Letzteres kann ein Merkmal für einen Bezug auf Theorie-/Empirie sein, könnte u. U. aber auch bedeuten, dass systematisch mit den untersuchten Daten der Schüler*innen überprüft wird, ob Deutungen bzw. Ursachen wahrscheinlich oder plausibel sind.

Obwohl insbesondere die (hypothetischen) Ableitungen von Qualitätsmerkmalen zentrale Ausgangspunkte für das Erfassen von *Diagnosen* darstellen, finden sich in der Forschungsliteratur relativ wenige Überlegungen dazu, was die Güte diagnostischer Urteile kennzeichnet. Eine Ausnahme bildet hierbei die *Urteilsgenauigkeit*, die im Rahmen von Diagnostik vielfältig untersucht wurde (u. a. Helmke & Schrader, 1987; Langfeldt, 2006; Schrader, 2010). Die Urteilsgenauigkeit wird unter diesem Aspekt auch als *Veridikalität* bezeichnet, also als ein Maß für die Übereinstimmung von Urteil und ‚Realität‘ (u. a. Schrader, 2008, S. 172). So gibt es etliche Studien in denen z. B. untersucht wurde, wie Lehrereinschätzungen über das Verständnis von Schüler*innen mit den Ergebnissen von durch Schüler*innen real bearbeiteten Aufgaben korrelieren (u. a. Helmke & Schrader, 1987; Südkamp et al., 2012; Spinath, 2005). In der Forschungsliteratur sind bisher nur wenige andere konkrete Darstellungen von Qualitätsmerkmalen von Diagnostik vorzufinden und lassen sich als solche auch nur sporadisch daraus ableiten. Im Folgenden werden deshalb weitere Überlegungen dargestellt, die die Qualität von Diagnostik ausmachen. Die dargestellten Überlegungen stellen keine abschließende Liste dar und müssen insbesondere empirisch untersucht werden.

Wenn *Diagnosen* nicht ausschließlich auf Defizite gerichtet sind, kann dies die Qualität steigern. So ist es vielversprechender, wenn (sofern möglich) konsequent *kompetenzorientiert diagnostiziert wird*, also insbesondere am Ende des Diagnoseprozesses herausgestellt wird was Schüler*innen bereits können, welche Vorstellungen anschlussfähig sind und wo man mit der Förderung anknüpfen könnte. Demgegenüber steht eine defizitorientierte Diagnostik, die zwar auch klar förderungsorientiert ist, aber trotzdem einen Fokus auf z. B. fachlich falsche Vorstellungen (als ‚Fehlvorstellungen‘) legt und deshalb weniger Anschlussmöglichkeiten an eine Förderung findet. Z. B. kann mit der Diagnose, dass ein*e Schüler*in die Newtonschen Axiome nicht versteht, nicht herausgearbeitet werden was diese*r Schüler*in als nächstes Lernen sollte, weil daraus nicht klar wird, auf welchem Verständnis die Förderung aufbauen kann. Mit einer ausschließlich defizitären Orientierung wird das Potential der Schüler*innen übersehen. Das bedeutet nicht, dass defizitorientiertes Diagnostizieren per se von schlechter Qualität zeugt. Tatsächlich kann es in bestimmten Situationen besonders unter Berücksichtigung der Differenziertheit sinnvoll sein, genau zu benennen, wo Schüler*innen noch Defizite in bestimmten Kompetenzen aufweisen.

Auch das Abwägen von *Alternativen* ist für die Qualität wichtig, sofern nicht spekuliert wird. Alternative Ursachen abzuwägen kann z. B. dazu führen, dass ein vielfältiges Förderangebot entstehen kann. Weiterhin scheint auch eine *inhaltliche Verbindung der Komponenten* für den Diagnoseprozess von Bedeutung zu sein, damit am Ende ein qualitativ hochwertiges *Produkt* entsteht. Das bedeutet, dass z. B. Konsequenzen inhaltlich an vorher gemachte Beobachtung(en), Deutung(en) und vermutete Ursache(n) geknüpft sind.

Für den *Diagnoseprozess* (vgl. Kap. 2.2.3) lässt sich ebenfalls ein weiteres Qualitätsmerkmal ableiten. Sofern die Situation es sinnvoll zulässt, ist ein vollständiger Diagnoseprozess, also

das *Durchlaufen aller Komponenten*, ein Merkmal von Qualität bzw. deutet das Überspringen/Auslassen von Komponenten auf geringere Qualität hin. Insbesondere das Auslassen von Ursachen kann in manchen Situationen unvermeidbar sein, weil sich diese nicht hinreichend schlüssig ableiten lassen und in Spekulation enden würden.

In dieser Arbeit werden alle in diesem Abschnitt benannten Qualitätsmerkmale als wichtig angesehen. Allerdings können nicht alle Merkmale untersucht werden. Für die Studie wurde sich insbesondere auf das Untersuchen von *Theorie-/Empiriebezüge* beim Diagnostizieren fokussiert. Außerdem wird die *Differenziertheit* der Komponenten und die Differenziertheit der Theorie-/Empiriebezüge genauer untersucht.

2.5 Diagnostische Kompetenz

Unterschiedliche Qualität von Diagnosen wirft nicht nur die Frage auf, was deren Qualität ausmacht, sondern auch, welche Fähigkeiten erforderlich sind, um qualitativ hochwertig zu diagnostizieren. Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, dass sich die Forschung bisher hauptsächlich mit der *Urteilsgenauigkeit* auseinandergesetzt hat. Dies wurde stark davon geprägt, dass auch die diagnostische Kompetenz als Fähigkeit aufgefasst wurde, die jemanden dazu befähigt, möglichst genaue Urteile zu fällen (u. a. Schrader, 2010). Lehrerbildungsforschung befasst sich mittlerweile vielfältig und in unterschiedlichen Disziplinen mit diagnostischer Kompetenz. Ihr wird eine hohe Relevanz im Unterricht zugeschrieben und es besteht ein breiter Konsens darüber, dass Diagnose-, aber auch Förderkompetenzen, im Lehrerhandeln eine wichtige Rolle spielen und die Entwicklung dieser Kompetenz in allen Phasen der Lehrerbildung von Bedeutung ist (u. a. v. Aufschnaiter et al., 2015). Trotz diesem Konsens wird die diagnostische Kompetenz in Forschungsarbeiten unterschiedlich modelliert. So gibt es verschiedene Auffassungen darüber, was Bestandteile diagnostischer Kompetenz sind und wie diagnostische Kompetenz in Modellierungen professioneller Kompetenz zu verorten ist. Z. B. existieren Modellierungen, die sie im Professionswissen von Lehrkräften über mehrere Kompetenzfacetten verorten (u. a. Brunner et al., 2011) oder Modellierungen, die sie als eigenständigen Kompetenzbereich erfassen (u. a. Weinert, 2000).

In diesem Kapitel wird zuerst kurz diskutiert, was in der Forschungsliteratur typischerweise unter diagnostischer Kompetenz verstanden wird. Hierzu gibt es keine einheitliche Definition oder einen Konsens. Daran anschließend wird das Modell des Wissens von Lehrkräften nach Shulman (1986; 1987) beschrieben, um teilweise darauf basierend im Anschluss unterschiedliche (theoretische) Modellierungen diagnostischer Kompetenz und Standards für diagnostische Kompetenz darzustellen. In diesem Zuge werden auch andere Modelle thematisiert, die die professionelle Kompetenz von Lehrkräften darstellen. Hierbei besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit, da das Forschungsfeld der diagnostischen Kompetenz groß ist und eine umfassende Diskussion den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.⁵ Vielmehr soll

⁵ Ausführliche Darstellungen finden sich u. a. in Leuders et al. (2018) sowie Rath (2017).

an vereinzelten Beispielen aufgezeigt werden, welche Modellierungen in der Forschungsliteratur typisch sind. Nach genannten Darstellungen verschiedener Modellierungen wird diagnostische Kompetenz vor dem Hintergrund des Kompetenzmodells von Blömeke, Gustafsson und Shavelson (2015) modelliert und der in Kapitel 2.2.3 thematisierte Diagnoseprozess für diese Arbeit darin verortet.

2.5.1 Diagnostische Kompetenz zum Fällen genauer Urteile

Mit diagnostischer Kompetenz wird im deutschen Sprachraum häufig der Begriff der *Urteilsgenauigkeit* verbunden (u. a. Helmke & Schrader, 1987; Langfeldt, 2006; Schrader, 2010). Schrader (2010), der die Forschung in diesem Feld besonders geprägt hat, beschreibt diagnostische Kompetenz wie folgt: „Mit *Diagnostischer Kompetenz* [...] bezeichnet man die Fähigkeit eines Urteilers, Personen zutreffend zu beurteilen. Sie ist damit Grundlage für die Genauigkeit diagnostischer Urteile in Diagnosen“ (S. 102, Hervorhebung im Original). Eine ähnliche Umschreibung findet man auch bei Helmke (2015): „Unter diagnostischer Kompetenz wird im schulischen Kontext heute meistens die Fähigkeit verstanden, Personen oder Personengruppen (z. B. Schulklassen) zutreffend zu beurteilen bzw. genaue diagnostische Urteile abzugeben“ (S. 119). Die Operationalisierung diagnostischer Kompetenz über die Urteilsgenauigkeit ermöglicht es, diagnostische Kompetenz quantifiziert messbar zu machen. Wie gut oder schlecht ein Urteil ist, kann so durch standardisierte Tests relativ gut erfasst werden, indem untersucht wird, inwieweit Urteile mit real bearbeiteten Aufgaben durch Schüler*innen überstimmen (s. a. *Urteilsgenauigkeit* in Kap. 2.42.4).

Die (alleinige) Operationalisierung von diagnostischer Kompetenz über die Urteilsgenauigkeit wird von unterschiedlichen Autor*innen aus verschiedenen Gründen kritisiert. Rath (2017) kritisiert z. B., dass in der Definition von Schrader (2010) eine starke Handlungsorientierung (Performanz im Sinne des Verhaltens, vgl. Blömeke et al., 2015) betont wird, Urteilsgenauigkeit aber nur ein Teil diagnostischer Kompetenz ist. Urteilsgenauigkeit erfasst nach Rath nur (einen Teil der) Performanz von Lehrkräften, nicht aber die zugrundeliegenden theoretischen Kenntnisse und Fähigkeiten (Dispositionen, Rath, 2017, S. 48). Vor dem Hintergrund, dass pädagogische Diagnostik ein weites Handlungsfeld abdeckt (vgl. Kap. 2) wird außerdem kritisiert, dass eine Eingrenzung diagnostischer Kompetenz auf Urteilsgenauigkeit dieses weite Handlungsfeld von Lehrkräften und die unterrichtlichen Kontexte nicht berücksichtigt. Lehrkräfte haben es im Unterrichtsgeschehen nicht nur mit Situationen zu tun, die möglichst genau zu bewerten sind. Vielmehr müssen sie mit Schüler*innen interagieren, die u. a. auf Rückmeldungen angewiesen sind und gefördert werden sollen (Abs, 2007). Schrader (2008, S. 172) betont ebenfalls, dass (hohe) diagnostische Kompetenz (im Sinne der Urteilsgenauigkeit) auch nur dann im Unterricht wirksam ist, wenn sie zum Fördern genutzt wird. Schlussendlich klammert die alleinige Fokussierung auf Urteilsgenauigkeit auch den Diagnoseprozess an sich aus, der unterschiedlich kompetent ausgeführt werden kann (u. a. Praetorius & Südkamp, 2017; Schrader, 2009).

Die Bedenken gegenüber der Beschränkung von diagnostischer Kompetenz auf die Fähigkeit der Bildung genauer Urteile haben zu einem breiteren Begriffsverständnis geführt. Helmke (2015) spricht dabei nicht mehr von diagnostischer Kompetenz, sondern von *diagnostischer Expertise*, um das Konstrukt gezielt vom Verständnis der diagnostischen Kompetenz als alleinige Fähigkeit, genaue Urteile zu bilden, abzugrenzen. In dieser diagnostischen Expertise verortet er dann methodisches, prozedurales und konzeptuelles Wissen. Konkret handelt es sich dabei um zwei Arten von Wissen: *Methodisches Wissen*, das Kenntnisse über diagnostische Methoden und Urteilsfehler bzw. -tendenzen beinhaltet und *gegenstandsspezifisches Wissen*, das Anforderungen eines fachlichen Themas, Aufgabenschwierigkeiten und Kenntnisse über typische Fehler sowie Entwicklungen und Schwierigkeiten von Schüler*innen umfasst. Zusätzlich sollen Lehrkräfte auch Wissen über einzelne Schüler*innen haben, z. B. über deren Interessen oder Stärken und Schwächen (s. a. Helmke et al., 2004). Auch Schrader (2011) erweitert diagnostische Kompetenz mit *diagnostischer Methodenkompetenz* als „Wissen über diagnostische Verfahren und Urteile [...] und die Fähigkeiten, diese Methoden sachgerecht anzuwenden (S. 688; s. a. Helmke et al., 2004). Die Erweiterung durch die *diagnostische Methodenkompetenz*, mit Ausnahme der Kenntnisse über individuelle Schüler*innen, scheint den starken Fokus auf Urteilsgenauigkeit jedoch nicht zu verändern – sie sind eher als unterstützende Bedingungen für die Urteilsgenauigkeit zu werten (Abs, 2007, S. 64).

Ein Großteil der Autor*innen verbleibt bei dem Begriff der diagnostischen Kompetenz, betont aber, dass dieser über die Genauigkeit getroffener Urteile hinaus erweitert werden sollte (u. a. Klug et al., 2013; Preatorius et al., 2012; Schrader, 2011). Schrader (2011, S. 683, Hervorhebung im Original) definiert entsprechend: „Die Gesamtheit der zur Bewältigung von Diagnoseaufgaben erforderlichen Fähigkeiten soll hier als *diagnostische Kompetenz* bezeichnet werden“. Ein Konsens, welche Facetten bzw. Fähigkeiten in dem Konstrukt zu finden sind, gibt es bisweilen jedoch nicht. Es ist vielmehr anzunehmen, dass es sich unabhängig von der gewählten Modellierung, bei der diagnostischen Kompetenz um ein komplexes Bündel von Teilfähigkeiten und somit um ein multidimensionales Konstrukt handelt (v. Aufschnaiter et al., 2015, S. 739; s. a. Schrader, 2011; Spinath, 2005; Weinert, 2000).

Auch wenn großer Konsens darüber besteht, dass diagnostische Kompetenz zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften gehört, sind die Modellierungen der Kompetenz oder Verortungen in bestehende Modelle vielfältig. Innerhalb spezifischer Modellierungen kann dann wiederum unterschieden werden, ob diagnostische Kompetenz als eigenständige Kompetenz neben anderen Kompetenzen modelliert wird, oder ob sie in anderen Kompetenzen verortet wird. Bevor im Folgenden spezifisch diagnostische Kompetenz dargestellt wird, werden zuerst zwei Modelle zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften als Orientierungspunkte vorgestellt: Das Modell von Shulman (1986; 1987) und das *Modell der professionellen Handlungskompetenz* (Baumert & Kunter, 2006).

2.5.2 Modelle professioneller Kompetenz von Lehrkräften

Viele Modellierungen von Studien zu professioneller Kompetenz orientieren sich an dem von Shulman (1986; 1987) vorgeschlagenen Modell des Wissens von Lehrkräften. Shulman (1987) formuliert in diesem Modell sieben Wissensdimensionen, die Basis professionellen Wissens von Lehrkräften bilden: (1) *content knowledge*, (2) *general pedagogical knowledge*, (3) *curriculum knowledge*, (4) *pedagogical content knowledge*, (5) *knowledge of learners and their characteristics*, (6) *knowledge of educational contexts*, (7) *knowledge of educational ends, purposes, and values and their philosophical and historical grounds* (S. 8). Heute werden für viele Konzeptualisierungen nicht mehr alle sieben Dimensionen zum Modellieren des Professionswissens genutzt. In den Bildungswissenschaften haben sich insbesondere die Wissensbereiche Fachwissen (*content knowledge*, CK), fachdidaktisches Wissen (*pedagogical content knowledge*, PCK) und pädagogisches Wissen (*pedagogical knowledge*, PK) als zentrale Komponenten des Professionswissens durchgesetzt (u. a. Krauss et al., 2008; Sorge et al., 2017).

Beim CK handelt es sich um die fachliche Grundlage, über die alle Fachlehrkräfte verfügen sollten. „[...] Lehrkräfte [sind] nur dann in der Lage, Lernprozesse zu steuern, wenn sie sich selbst sicher in der Domäne ihres Unterrichtsfaches bewegen können“ (Krauss et al., 2008, S. 228). Mit dem CK sind nicht nur Fachwissen im Sinne von Faktenwissen in dem betreffenden Fach gemeint, sondern auch das Wissen über die Struktur und die Organisation des Faches (Shulman, 1986; s. a. Krauss et al., 2008). Das PCK geht über das reine Fachwissen hinaus. Es erweitert das Wissen um eine „dimension of subject matter knowledge for teaching“ (Shulman, 1986, S. 9, Hervorhebung im Original). Hierbei geht es nach Shulman (1986) um das Wissen, wie Lehrkräfte Fachwissen für Schüler*innen verständlich machen. Dies beinhaltet Wissen darüber, was ein Thema schwer oder leicht verständlich macht und wie man ein Thema für Lernende nachvollziehbar präsentiert. Das PK bildet pädagogisches und psychologisches Wissen ab, das auf Schule und Unterricht bezogen ist, und über das alle Lehrkräfte fachunabhängig verfügen können. Dabei geht es um Prinzipien über Lehren und Lernen, Unterrichtsmanagement und Organisation (Shulman, 1987, S. 8).

Das Modell von Shulman (1986; 1987) ist nach wie vor auch in der aktuellen Forschungslandschaft präsent und bietet die Grundlage für viele Modellierungen (u. a. Baumert & Kunter, 2006). Darüber hinaus werden neben dem durch u. a. CK, PCK und PK gebildeten Professionswissen auch häufig Einstellungen, Motivationen und Bereitschaften als eigenständige Dimensionen der professionellen Kompetenz beschrieben. Ein im deutschen Sprachraum oft diskutiertes Modell, das professionelle Kompetenz durch das Professionswissen und drei weiteren Dimensionen (im Modell *Aspekte* genannt) modelliert, ist das *Modell der professionellen Handlungskompetenz* (Baumert & Kunter, 2006; 2011), welches im Rahmen der COACTIV-Studie entwickelt wurde. Bei COACTIV handelt es sich um ein Forschungsprogramm, welches die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften untersucht, weshalb auch das Kompetenzmodell in einigen Bereichen auf den Mathematikunterricht ausgerichtet ist. Es wird jedoch angenommen, dass das Modell auch für angrenzende Disziplinen nutzbar ist.

Im Modell besteht die professionelle Kompetenz aus den Dimensionen *Überzeugungen/Werthaltungen/Zielen*,⁶ *motivationalen Orientierungen*, *selbstregulativen Fähigkeiten* und dem *Professionswissen* (vgl. Abb. 6). Das Professionswissen ist in dem Modell genauer dargestellt. Darin finden sich die von Shulman (1987) eingeführten Komponenten CK, PCK und PK als sogenannte *Kompetenzbereiche*⁷ wieder. Diese drei Kompetenzbereiche werden noch mit den Kompetenzbereichen *Organisationswissen*⁸ und *Beratungswissen* erweitert, Baumert und Kunter (2006) gehen auf diese aber nicht weiter ein. Für die verschiedenen Kompetenzbereiche identifizieren Baumert und Kunter (2006) wiederum *Kompetenzfacetten*⁹. Z. B. werden für das PK folgende vier Kompetenzfacetten definiert: (1) *Konzeptuelles bildungswissenschaftliches Grundlagenwissen*, (2) *allgemeindidaktisches Konzeptions- und Planungswissen*, (3) *Unterrichtsführung und Orchestrierung von Lerngelegenheiten* und (4) *fächerübergreifende Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens* (vgl. Baumert & Kunter, 2006, S. 485). Aus der vierten Facette wird bereits ersichtlich, dass Diagnostizieren ein expliziter Bestandteil des Professionswissens darstellt. Wie diagnostische Kompetenz in dem Modell konkret verortet werden kann, wird im folgenden Abschnitt thematisiert.

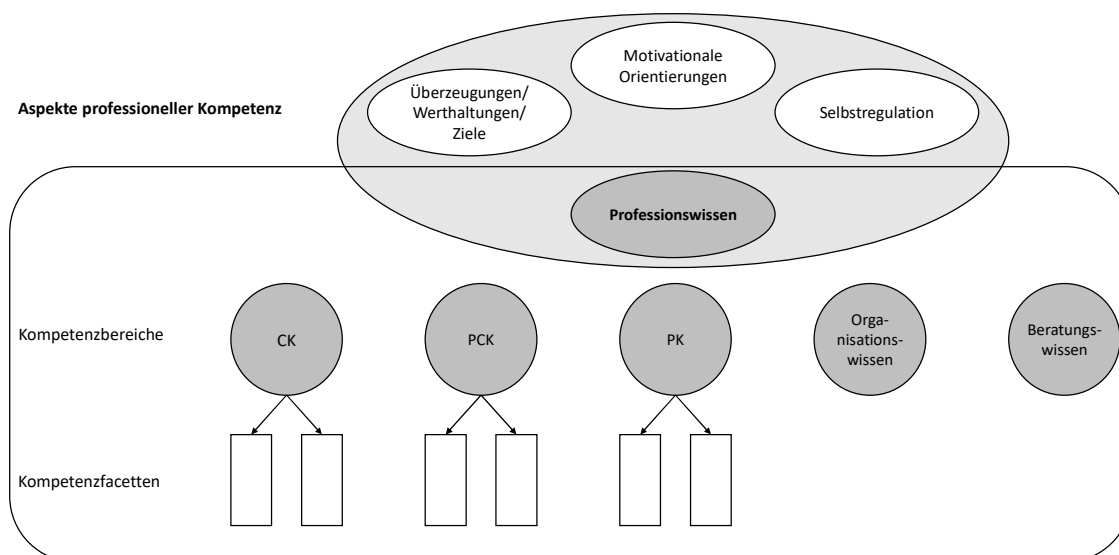


Abb. 6: Das Modell der professionellen Handlungskompetenz bestehend aus Überzeugungen/Werthaltungen/Zielen, motivationalen Orientierungen, Selbstregulation und Professionswissen mit genauerer Darstellung des Professionswissens aus verschiedenen Kompetenzbereichen mit Kompetenzfacetten in Anlehnung an Baumert & Kunter (2006; 2011)

⁶ Teilweise wird diese Dimension in verschiedenen Publikationen zur COACTIV-Studie auch nur *Überzeugungen/Werthaltung* genannt (u. a. Baumert & Kunter, 2006).

⁷ Die *Kompetenzbereiche* werden in verschiedenen Publikationen zur COACTIV-Studie auch *Wissensbereiche* genannt (u. a. Baumert & Kunter, 2006).

⁸ Bei Shulman (1987) befindet sich Wissen über Organisation im PK.

⁹ Die *Kompetenzfacetten* werden in verschiedenen Publikationen zur COACTIV-Studie auch *Wissensfacetten* genannt (u. a. Baumert & Kunter, 2006).

2.5.3 Modelle und Standards für diagnostische Kompetenz

Professionelle Kompetenz von Lehrkräften lässt sich mit sogenannten Strukturmodellen darstellen, wie im vorherigen Abschnitt beispielhaft an zwei Modellierungen aufgezeigt wurde. Die diagnostische Kompetenz lässt sich in solchen Modellen unterschiedliche verorten. Gleichzeitig existieren Standards, die Aussagen darüber machen, welches Wissen und welche Fähigkeiten für das Diagnostizieren zentral sind. Im Folgenden werden zuerst zwei Arten der Verortung von diagnostischer Kompetenz in Strukturmodellen an Beispielen dargestellt: Die Modellierung als eigene Dimension in Modellen professioneller Kompetenz bzw. als eigenständige Facette einer Komponente des Professionswissens und Modellierungen, die diagnostische Kompetenz über mehrere Komponenten des Professionswissens verorten. Daran anschließend werden Standards dargestellt, die typischerweise mit diagnostischer Kompetenz in Verbindung gebracht werden.

Diagnostische Kompetenz als eigenständige Dimension bzw. eigenständige Facette

Ein oft genutztes Modell der professionellen Kompetenz, das insbesondere eine Definition für diagnostische Kompetenz liefert, wird von Weinert (2000) beschrieben. Darin wird diagnostische Kompetenz als eine eigenständige Dimension dargestellt. Er definiert in seinen *Anforderungen an Lehrerinnen und Lehrer* vier Dimensionen (darin als *Kompetenzbereiche* bezeichnet), die für die professionelle Kompetenz besonders wichtig sind: (1) *Sachkompetenzen*, (2) *diagnostische Kompetenzen*, (3) *didaktische Kompetenzen* und (4) *Klassenführungskompetenzen* (Weinert, 2000). Darin ist die *diagnostische Kompetenz* von Weinert (2000) wie folgt definiert.

Dabei handelt es sich um ein 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. (S. 14)

Das Modell von Weinert (2000) ähnelt dem Modell von Shulman (1987) insofern, dass zumindest inhaltlich die gleichen Bereiche abgedeckt, aber in unterschiedlichen Komponenten verortet werden. So beinhaltet die Sachkompetenz bei Weinert (2000) Aspekte aus CK und PCK. Die didaktische Kompetenz und die Klassenführungskompetenz beinhalten Aspekte, die bei Shulman (1987) im PK zu finden sind. Weinert (2000) betont außerdem wesentlich prominenter die Bereitschaften von Lehrkräften, wie es beispielsweise auch im Modell der professionellen Handlungskompetenz von COACTIV (Abb. 6; Baumert & Kunter, 2006, 2011) der Fall ist.

Auch im Rahmen von COACTIV (Abb. 6; Baumert & Kunter, 2006, 2011) wurde die diagnostische Kompetenz von Lehrkräften untersucht. In früheren Publikationen zum COACTIV-Forschungsprojekt finden sich Modellierungen, die die diagnostische Kompetenz als eigene Kompetenzfacette im PCK verorten. Krauss et al. (2004) betonen dazu, dass diagnostische Kompetenz im Sinne einer Urteilsgenauigkeit (vgl. Kap. 2.5.1) bewusst im PCK und nicht im PK verortet wird, da Lehrkräfte fachliche Fähigkeiten von Schüler*innen einschätzen müssen (siehe Abb. 7). Die Modellierung unterscheidet sich von dem Modell von

Weinert (2000) insbesondere darin, dass die diagnostische Kompetenz in einer bereits bestehenden Komponente, dem PCK, integriert wird, während Weinert (2000) diagnostische Kompetenz als eine eigene Dimension der professionellen Kompetenz beschreibt. Diese prinzipielle Unterscheidung der Verortung diagnostischer Kompetenz in professioneller Kompetenz findet sich ebenfalls in der Forschungsliteratur und wird beispielsweise von Beretz (2021, S. 28-30) angeführt.

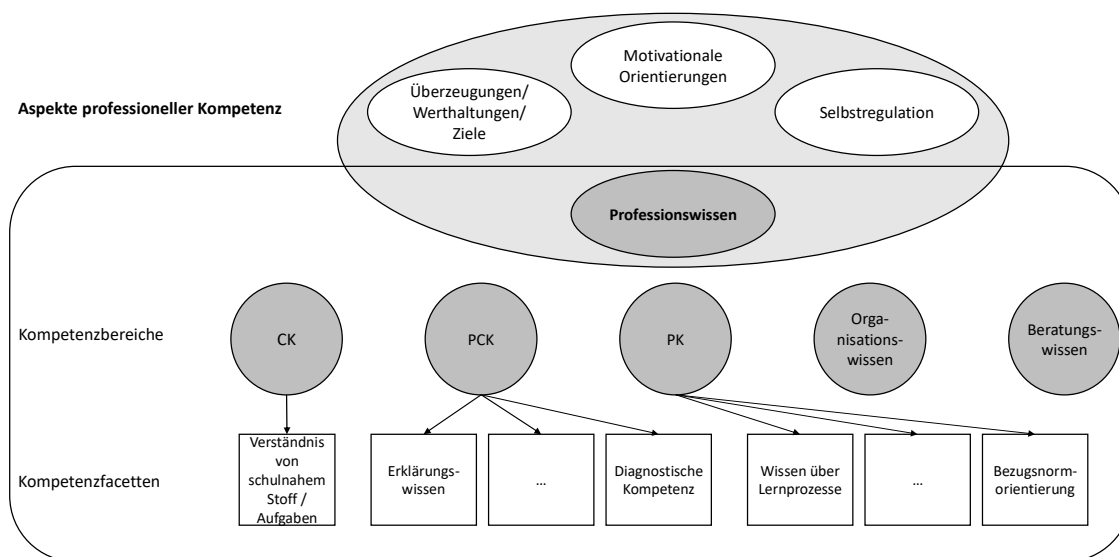


Abb. 7: Verortung der diagnostischen Kompetenz im COACTIV-Modell als eigenständige Kompetenzfacette des PCK in Anlehnung an Krauss et al. (2004, S. 35)

Diagnostische Kompetenz als Teil verschiedener Kompetenzfacetten

Weitere Modellierungen bilden die diagnostische Kompetenz nicht als eine eigene Dimension oder Komponente ab, sondern verorten sie über mehrere Komponenten des Professionswissens, z. B. als eine Schnittmenge aus PCK und PK. Für das Modell von COACTIV wurde bereits gezeigt, dass die diagnostische Kompetenz als eigene Kompetenzfacette aufgeführt wird (Krauss et al., 2004; vgl. vorheriger Abschnitt). In späteren Publikationen wird diese jedoch nicht mehr als eigene Facette, sondern bestehend aus mehreren Kompetenzfacetten und über mehrere Komponenten hinweg verortet (siehe Abb. 8). Dann ist nicht mehr von diagnostischer Kompetenz, sondern von *diagnostischen Fähigkeiten* die Rede. Die diagnostischen Fähigkeiten werden in zwei der Komponenten (im Modell *Kompetenzbereiche* genannt) verortet, PCK und PK. Sie lassen sich dann aus den Kompetenzfacetten *Wissen über das mathematische Denken von Schüler*innen*, *Wissen über mathematische Aufgaben* und *Wissen über Leistungsbeurteilung* modellieren. Bei genauerer Betrachtung dieser Facetten wird deutlich, dass die Verortung der diagnostischen Kompetenz in diesem Modell erneut eine starke Ausrichtung auf Beurteilungsgenauigkeit hat (vgl. Kap. 2.5.1). Brunner et al. (2011) fassen zusammen, dass die Beurteilung von Schülermerkmalen und Aufgabenanforderungen eine Integration der drei herausgestellten Facetten darstellt.

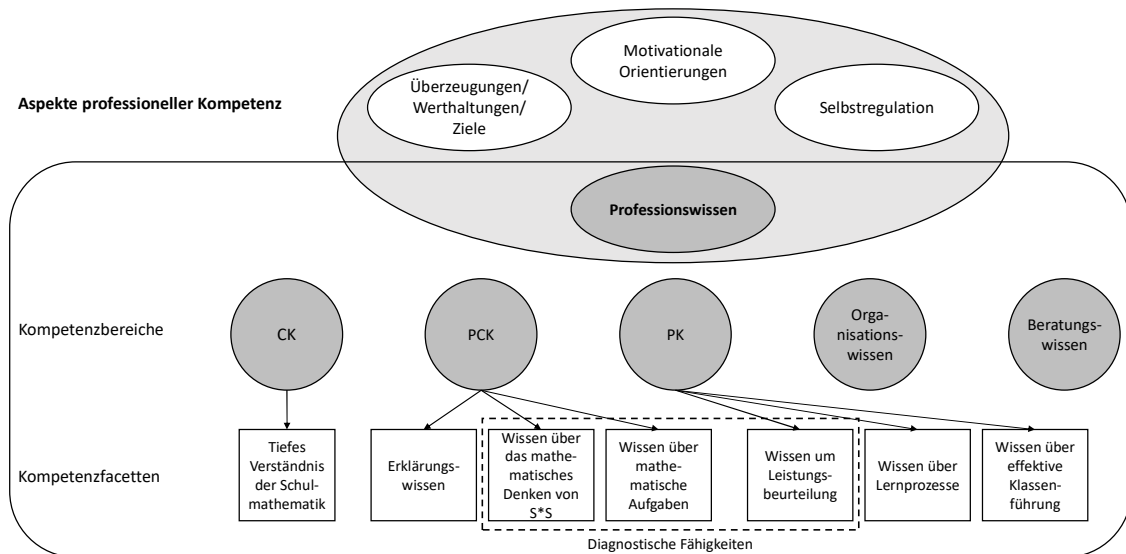


Abb. 8: Verortung der diagnostischen Fähigkeiten im COACTIV-Modell als Teil von PCK und PK in Anlehnung an Brunner et al. (2011, S. 217)

Standards

In den vorher dargestellten Strukturmodellen lässt sich diagnostische Kompetenz verorten. Dabei bleibt aber in der Regel offen, welches konkrete Wissen und welche Fähigkeiten zentral sind, um kompetent diagnostizieren zu können. So wird z. B. von Weinert (2000), abgesehen von der bereits zitierten Definition zu diagnostischer Kompetenz, nicht genauer ausgeführt, welche konkreten Fähigkeiten in dem Fähigkeitsbündel diagnostische Kompetenz beinhaltet sind. An dieser Stelle greifen Standards an, in denen (meist normativ) formuliert ist, welche Fähigkeiten bzw. Kompetenzen Lehrkräfte aufweisen sollten (u. a. KMK, 2019b). Dabei lassen sich die Standards in solche unterscheiden, die domänenunspezifisch sind und Standards, die z. B. für ein bestimmtes Fach formuliert wurden. Letztere sind in der Forschungsliteratur relativ selten vertreten.

Eine der bekanntesten Standards sind die fächerübergreifenden *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften* der KMK (2019b).¹⁰ Hierbei handelt es sich um normativ gesetzte Standards für die Lehrerbildung, die jeweils für die erste und die zweite Phase der Ausbildung formuliert wurden. Ihnen liegt das Strukturmodell zu Grunde, dass sie in vier unterschiedliche Dimensionen (Kompetenzbereiche) aufgeteilt sind: *Unterrichten*, *Erziehen*, *Innovieren* und *Beurteilen*. Diesen Kompetenzbereichen werden unterschiedliche Kompetenzen zugeordnet, die wiederum verschiedene Standards beinhalten. Die Standards sind dann noch einmal in Standards für die erste Phase und in Standards für die zweite Phase aufgeteilt. Diagnostik

¹⁰ Die *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften* wurden von der KMK in einer Erstfassung bereits 2004 vorgelegt, die Arbeit orientiert sich jedoch an der aktuellsten Fassung.

kann im Kompetenzbereich *Beurteilen* verortet werden. Dieser setzt sich aus den Kompetenzen 7 und 8 zusammen, welche wie folgt definiert sind:

„Kompetenz 7: Lehrkräfte diagnostizieren Lernvoraussetzungen und Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern; sie fördern Schülerinnen und Schüler gezielt und beraten Lernende und deren Eltern“ (KMK, 2019b, S. 11).

„Kompetenz 8: Lehrkräfte erfassen die Leistungsentwicklung von Schülerinnen und Schülern und beurteilen Lernprozesse und Leistungen auf der Grundlage transparenter Beurteilungsmaßstäbe“ (KMK, 2019b, S. 12).

Wie zu erkennen ist, nehmen die Standards mit Kompetenz 7 einen spezifischen Blick auf Diagnostik ein, der eng mit Förderung verbunden ist und dem entspricht, was bereits in Kapitel 2 zu Diagnostik herausgearbeitet wurde. Kompetenz 8 ist hingegen ausschließlich auf Leistungsmessung ohne Förderung ausgerichtet und wird im Rahmen dieser Arbeit dementsprechend nicht als Diagnostik angesehen (vgl. Diagnostik in Kap. 2). Dies spiegelt sich für Kompetenz 7 auch in den darin formulierten Standards wider, die in Abbildung 9 zu sehen sind. An der Formulierung der Standards wird deutlich, dass es sich in den Standards der ersten Ausbildungsphase explizit um Wissen handelt, über das angehende Lehrkräfte verfügen sollten, um Diagnostik betreiben zu können – z. B. Wissen über die Beeinflussung von Unterricht durch unterschiedliche Lernvoraussetzungen. Die Standards in der zweiten Ausbildungsphase sind hingegen eher handlungsorientiert – angehende Lehrkräfte sollen darin z. B. spezielle Fördermöglichkeiten einsetzen.

Kompetenz 7: Lehrkräfte diagnostizieren Lernvoraussetzungen und Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern; sie fördern Schülerinnen und Schüler gezielt und beraten Lernende und deren Eltern.	
Standards für die theoretischen Ausbildungsabschnitte Die Absolventinnen und Absolventen ... • kennen Begriff und Merkmale von Heterogenität bzw. Diversität. • wissen um die Vielfalt von Einflussfaktoren auf Lernprozesse und deren Auswirkungen auf Lernleistungen. • wissen, wie unterschiedliche Lernvoraussetzungen Lehren und Lernen beeinflussen und wie diese im Unterricht in heterogenen Lerngruppen positiv nutzbar gemacht werden können. • kennen Formen von Hoch- und Sonderbegabung. • kennen die Grundlagen und Formen der Lernprozessdiagnostik einschließlich technischer Realisierungen, deren Möglichkeiten und Grenzen sowie datenschutzrechtlicher Bestimmungen. • kennen Prinzipien und Ansätze der Beratung von Schülerinnen und Schülern sowie Eltern. • kennen die für Schule relevanten unterschiedlichen Kooperationspartner und wissen um die differenten Perspektiven bei der Kooperation mit anderen Professionen und Einrichtungen.	Standards für die praktischen Ausbildungsabschnitte Die Absolventinnen und Absolventen ... • erkennen Entwicklungsstände, Lernpotenziale, Lernhindernisse und Lernfortschritte. • erkennen individuelle Lernausgangslagen und setzen spezielle Fördermöglichkeiten ein. • erkennen Begabungen und kennen Möglichkeiten der Begabungsförderung. • stimmen Lernmöglichkeiten und Lernanforderungen aufeinander ab. • setzen unterschiedliche Beratungsformen situationsgerecht ein und unterscheiden Beratungsfunktion und Beurteilungsfunktion. • kooperieren bei der Diagnostik, Förderung und Beratung inner- und außerschulisch mit Kolleginnen und Kollegen sowie mit anderen Professionen und Einrichtungen. • nutzen digitale Lernprozessdiagnostik im Wissen um ihre Möglichkeiten und Grenzen, auch zur Reflexion über die eigene Unterrichtstätigkeit.

Abb. 9: Kompetenz 7 im Kompetenzbereich Beurteilen der Standards für die Lehrerbildung der KMK (2019b, S. 11)

Die KMK (2019b) orientierte sich bei der Formulierung ihrer Standards an Oser (1997), der ebenfalls ein Modell mit normativ gesetzten Standards entwickelte, worin Fähigkeiten von Lehrkräften beschrieben werden. Darin sind 88 Standards formuliert, die in zwölf Standardgruppen untergliedert sind. U. a. führt er (2) *Schülerunterstützendes Handeln und Diagnose* und (7) *Leistungsmessung* als Standardgruppen an (S. 31). Standardgruppe (2) enthält überwiegend Standards, die im Sinne einer Diagnostik formuliert wurden – u. a. ist darin enthalten, dass spezifische Lernschwierigkeiten diagnostiziert werden (S. 32). In Standardgruppe (7) werden, wie der Name der Standardgruppe bereits vermuten lässt, ausschließlich Fähigkeiten angeführt, die Leistungsmessung ohne Förderung adressieren. Standardgruppe (7) kann demnach Diagnostik nicht zugeordnet werden (vgl. Kap. 2). Außerdem lassen sich in anderen Gruppen zusätzlich Standards finden, die Förderung adressieren. So wird beispielsweise in der ersten Standardgruppe, in der die Beziehung zwischen Lehrkräften und Schüler*innen thematisiert wird, aufgelistet, dass Lehrkräfte gelernt haben „den Schülerinnen und Schülern fördernde Rückmeldung zu geben“ (S. 31). Da eine Förderung jedoch nicht mehr Teil des Diagnostizierens ist (vgl. Kap. 2.2.3), kann diese auch nicht für das Fähigkeitsbündel diagnostische Kompetenz berücksichtigt werden.

Oser (1997) und die KMK (2019b) entwickelten Standards, welche allgemein für die Lehrerbildung formuliert wurden. Domänenspezifisch müssen diese für das jeweilige Fach zuerst

adaptiert werden. Die KMK (2019a)¹¹ formulierte *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. In diesen finden sich domänenspezifisch, z. B. für das Fach Physik, Kompetenzprofile und konkrete Studieninhalte. v. Aufschneider et al. (2015) beschreiben ein standardorientiertes Modell der diagnostischen Kompetenz. Im Rahmen der Forschungsarbeit von Cappell (2013) wurde dieses Modell für angehende Physiklehrkräfte genutzt, es wurden jedoch keine konkreten Standards formuliert, die auf das Fach Physik schließen lassen. In dem Modell (vgl. Abb. 10) sind ähnlich wie bei Baumert und Kunter (2006) Dimensionen aus der professionellen Kompetenz beschrieben: *Einstellungen/Überzeugungen, Motivation/Emotion, selbstregulative Fähigkeiten* und *kognitive Fähigkeiten*. Diagnostische Kompetenz wird in dem Modell jedoch als eigenständige Komponente modelliert. Dieser unterliegen drei Kompetenzbereiche: *Zentrale Voraussetzungen für diagnostische Kompetenz, Facetten diagnostischer Kompetenz* und *diagnostische Kompetenz als Ausgangspunkt von Förderung*. In diesen Kompetenzbereichen finden sich wiederum die domänenunspezifisch formulierten Standards. Das Modell ist in Abbildung 10 zu sehen und beinhaltet insgesamt 29 Standards (vgl. einen Auszug in Tab. 5).

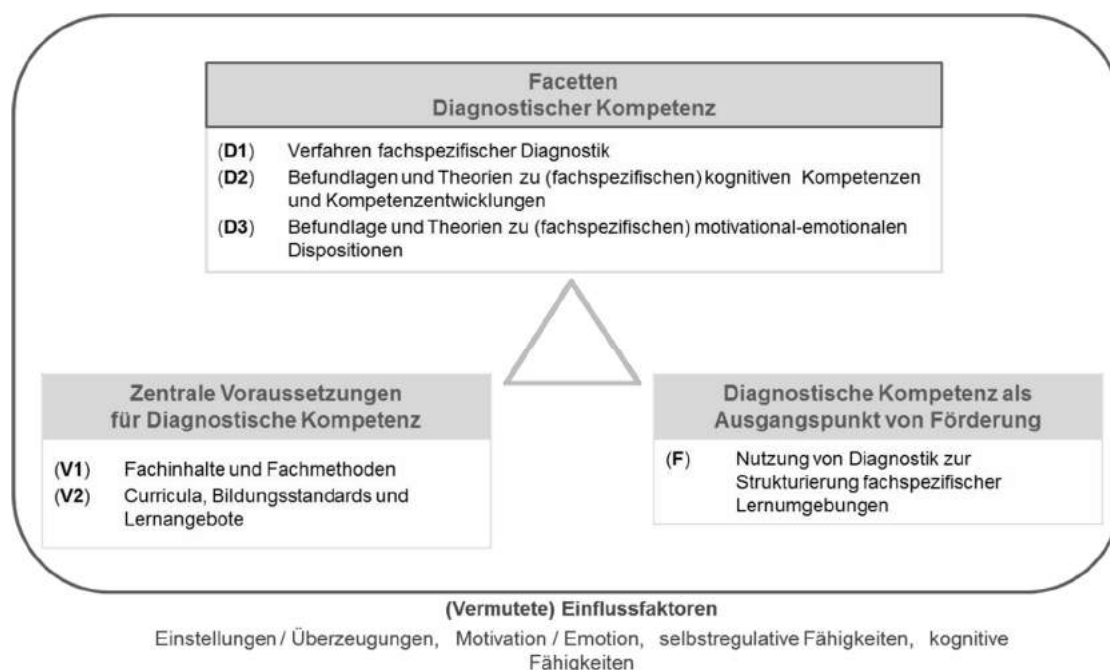


Abb. 10: Modell der diagnostischen Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften (Cappell, 2013, S. 27)

¹¹ Die *Ländergemeinsamen inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung* wurden von der KMK in einer Erstfassung bereits 2008 vorgelegt, die Arbeit orientiert sich jedoch an der aktuellsten Fassung.

Tab. 5: Beispielstandards zu den Facetten diagnostischer Kompetenz in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2015, S. 750)

Standard	Beschreibung
D1.1	Die Lehrkräfte erläutern, worauf sich diagnostische Kompetenz bei Lehrkräften bezieht und welche Ziele mit Diagnostik verfolgt werden können.
D1.6	Die Lehrkräfte nutzen von Schülern erstellte fachspezifische Produkte zu Status- und Veränderungsdiagnostik von fachspezifischen kognitiven Kompetenzen sowie (fachbezogene) motivational-emotionalen Dispositionen unter Einbezug spezifischer Kriterien.
D2.1	Die Lehrkräfte benennen fachspezifische kognitive Kompetenzen von Schülern und erläutern diese an Beispielen.
D2.3	Die Lehrkräfte beschreiben typische fachspezifische Kompetenzveränderungen und Kompetenzentwicklungen von Schülern an Beispielen.
D3.1	Die Lehrkräfte erläutern alterstypische motivational-emotionale Dispositionen (z. B. Interessen, Einstellungen und Motive) von Schülern zu Fachinhalten und Kontexten.
D3.2	Die Lehrkräfte setzen fachspezifische Dispositionen mit theoretischen Modellen in Beziehung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass diagnostische Kompetenz in verschiedenen Ansätzen modelliert wird – entweder als eigenständige Dimension (u. a. Weinert, 2000), als Verortung in (typischen) Komponenten des Professionswissens, wie z. B. dem PK (Krauss et al., 2004) oder über mehrere Kompetenzfacetten hinweg, wie z. B. im PCK und PK (Brunner et al., 2011; Krauss et al., 2004). Basierend auf verschiedenen Strukturmodellen gibt es wiederum unterschiedliche Standards, mit denen Fähigkeiten beschrieben werden, die in diagnostischer Kompetenz verortet werden können (z. B. die Lehrerbildungsstandards der KMK, 2019b). Ein Konsens, in welcher bestehenden Modellierung diagnostische Kompetenz am besten zu verorten ist oder welche Standards dafür nötig sind, besteht nicht.

2.5.4 (Diagnostische) Kompetenz als Kontinuum

Wie man dem Kapitel bisher entnehmen konnte, ist die Lehrerbildungsforschung darum bemüht, diagnostische Kompetenz zu modellieren und zu erfassen. Die bis hierhin thematisierten Modelle beziehen sich dabei auf die Eigenschaften von Lehrkräften (Disposition) oder deren Handlungen (Performanz). Was dabei nicht berücksichtigt wird, sind diagnostische Denkprozesse, die dazu führen, dass individuelles Wissen in situative Handlungen überführt wird. Der in Kapitel 2.2.3 dargestellte Diagnoseprozess legt jedoch nahe, dass eben solche Denkprozesse essenziell sind, um diagnostizieren zu können, z. B., um eine Deutung

zu ermöglichen. Diese Aspekte zu Kompetenzen finden sich erst in jüngeren Kompetenzmodellen, wie beispielsweise dem Modell von Blömeke et al. (2015) oder dem *Refined Consensus Model of PCK* (Carlson & Daehler, 2019).¹²

Im Folgenden wird das Kompetenzmodell von Blömeke et al. (2015) dargestellt (vgl. Abb. 11). Das Modell beinhaltet auf der einen Seite Dispositionen mit Kognition, Überzeugungen, Motivation und affektiven Bereitschaften – Blömeke et al. (2015) sprechen dabei von *cognition* und *affect-motivation*. Auf der anderen Seite des Kontinuums liegt die Performanz mit beobachtbarem Verhalten (*observable behavior*). Dazwischen verbinden situationsspezifische Fähigkeiten (*situation-specific skills*) Disposition mit Performanz. Dabei handelt es sich um Fähigkeiten, die zwar durch die dahinterliegenden Dispositionen beeinflusst werden, aber trotzdem abhängig von den jeweiligen Situationen sind. Das Modell, welches für Kompetenz allgemein ausgearbeitet wurde, beinhaltet in den situationsspezifischen Fähigkeiten Wahrnehmen (*perception*), Interpretieren (*interpretation*) und Entscheiden (*decision making*, S. 7).

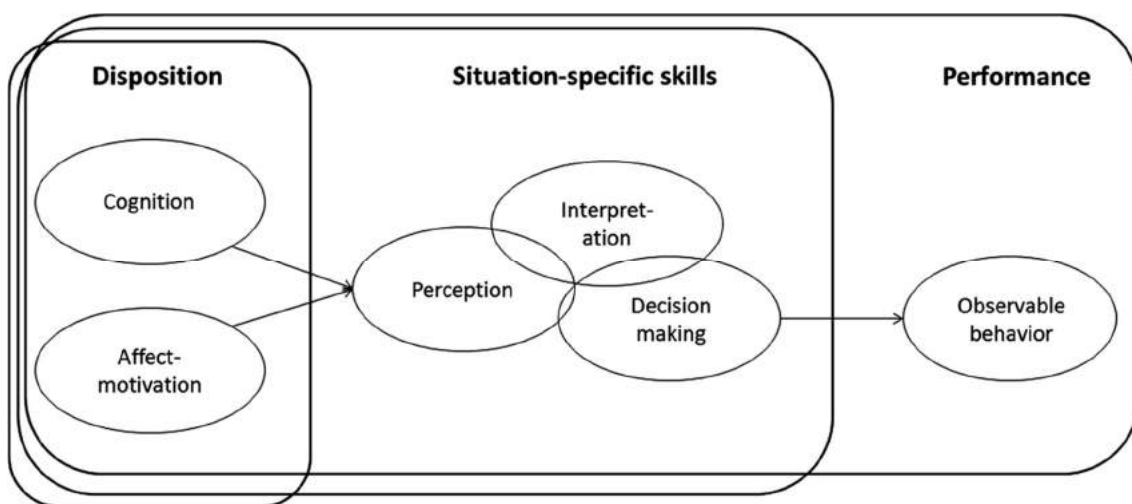


Abb. 11: Kompetenz als Kontinuum modelliert (Blömeke et al., 2015, S. 7)

Leuders et al. (2018) präzisieren die von Blömeke et al. (2015) formulierten Annahmen zu Kompetenz in einem Modell diagnostischer Kompetenz, welches die Autor*innen als Orientierungsrahmen nutzen, um Forschung aus diesem Bereich einordnen zu können (siehe Abb. 12). Das Modell ist so allgemein gehalten, dass lediglich Beispiele für die Performanz darauf schließen lassen, dass es sich um eine Adaption für diagnostische Kompetenz handelt. Bei den diagnostischen Dispositionen handelt es sich nach Leuders et al. (2018) um Wissen, Überzeugungen, Motivationen und affektive Bereitschaften, die bei den jeweiligen Personen relativ stabil sind und dazu beitragen, in Diagnoseanlässen erfolgreich handeln zu können. Die diagnostischen Fähigkeiten können als ein situationsspezifischer kognitiver Prozess aus Wahrnehmen, Interpretieren und Entscheiden gesehen werden. Diagnostische Performanz

¹² Auf das *Refined Consensus Model of PCK* wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen. Es stellt jedoch ein aktuelles Modell dar, welches in der Forschungsliteratur prominent diskutiert und deshalb in dieser Arbeit als Beispiel explizit mit aufgeführt wird.

bildet das wahrnehmbare Verhalten ab, welches Lehrkräfte in Diagnosesituationen im Unterricht an den Tag legen, z. B. das Unterrichten oder Beurteilen (Leuders et al., 2018, S. 8).

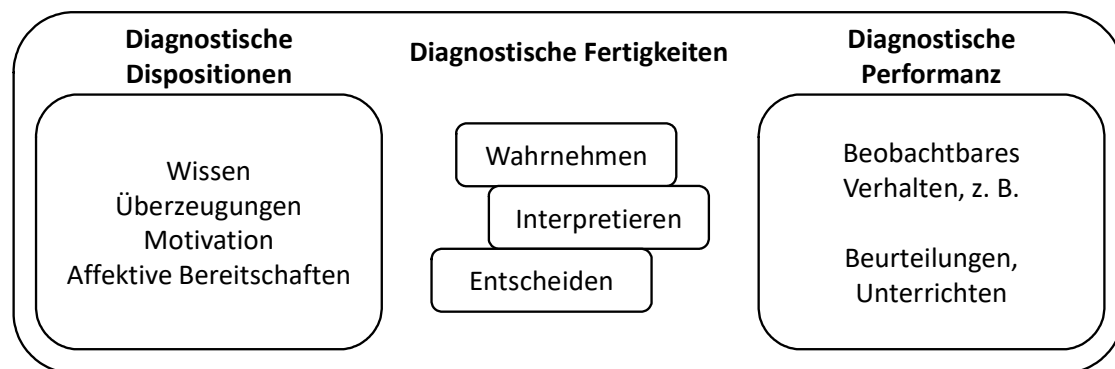


Abb. 12: Diagnostische Kompetenz in Anlehnung an Leuders et al. (2018, S. 9)

2.5.5 Diagnostische Kompetenz im Rahmen dieser Arbeit

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass das Diagnostizieren ein komplexer Prozess ist, dem ein dynamisches Kompetenzmodell zu Grunde liegt. Das Kompetenzmodell von Blömeke et al. (2015) und insbesondere die Präzisierung durch Leuders et al. (2018, vgl. Abb. 12) dienen dabei als Grundlage für diese Arbeit. Die situationsspezifischen Fähigkeiten, die in diesen Modellen beschrieben werden, lassen sich auf die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.2.3) projizieren. So entspricht das *Wahrnehmen* dem *Beobachten*, *Interpretieren* entspricht *Deutungen* und *Ursachen* und das *Entscheiden* lässt sich auf die *Konsequenzen* übertragen. Die situationsspezifischen Fähigkeiten in dieser Arbeit sind also genauer ausdifferenziert. Auch das Erheben von *Daten* kann als situationsspezifische Fähigkeiten angesehen werden. Diese Fähigkeiten werden von Dispositionen beeinflusst. Dabei handelt es sich beim Wissen insbesondere um das (ggf. implizite) Wissen über die beschriebenen Komponenten des Diagnoseprozesses, aber auch Wissen über Theorie-/Empiriebezüge und wie man diese einsetzen kann, Wissen über die individuellen Schüler*innen und andere Aspekte, die den Unterricht beeinflussen. Neben dem Wissen sind auch Überzeugungen, Motivationen und affektive Bereitschaften beeinflussend auf die situationsspezifischen Fähigkeiten. Dabei kann es insbesondere eine Rolle spielen, dass die Relevanz von Diagnostik gesehen wird und eine ausgeprägte Förderabsicht besteht. In der Performanz kann es im Fall diagnostischer Kompetenz durchaus schwierig sein, beobachtbares Verhalten zu erkennen. Dass eine Person etwas gedeutet hat, ist im Zweifelsfall nur erkennbar, wenn sie dies explizit äußert. Allerdings ist es z. B. möglich, dass Personen zum Erheben von Daten diagnostische Fragen stellen. Auch das Sichten von Daten, z. B. beim Betrachten eines Videos von Schüler*innen im Unterricht ist ggf. beobachtbar. Insbesondere in der prozessorientierten Forschung ist ein solch beobachtbares Verhalten unabdingbar, um Diagnoseprozesse untersuchen zu können.

Auf den Rückbezug von spezifischen Standards, wie z. B. bei v. Aufschnaiter et al. (2015) oder Oser (1997), wird in dieser Arbeit verzichtet, da die aufgezeigten Standards in Kapitel 2.5.3 für das Forschungsanliegen nicht zielführend sind. Für einen Rückbezug auf Standards

bräuchte es solche, die sich deutlicher auf den Diagnoseprozess beziehen, ggf. die Verschiedenheit der Komponenten im Prozess berücksichtigen und im Rahmen einer Videostudie beobachtbar sind.

2.6 Diagnostik im Kontrast zu ähnlichen Konstrukten

In der internationalen Lehrerbildungsforschung lässt sich das im deutschen Sprachraum verwendete Konstrukt *Diagnostik* (vgl. Kap. 2) in der Regel nicht finden, es lassen sich jedoch Konstrukte identifizieren, die ähnlich sind oder zumindest einige Überschneidungspunkte aufweisen: Das *formative Assessment* (u. a. Black & Wiliam, 2009) und die Konzepte der *Professional Vision* (u. a. Sherin, 2007) und des *Noticing* (u. a. van Es & Sherin, 2002). In diesem Kapitel werden diese Konstrukte zuerst genauer diskutiert. Anschließend werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zum Konstrukt der Diagnostik aufgezeigt. Es werden darin auch die unterschiedlichen Modellierungen der Konstrukte dem Modell des Diagnoseprozesses (vgl. Abb. 4) gegenübergestellt.

2.6.1 Formatives Assessment

Beim formativen Assessment handelt es sich um ein Konstrukt, dem – ähnlich wie der Diagnostik – keine einheitliche Definition zugrunde liegt (u. a. Bennet, 2011; Dolin, Black, Harlen & Tiberghien, 2018). Der Begriff selbst wurde insbesondere durch Black und Wiliam (1998) geprägt, die darunter eine lernprozessbegleitende Beurteilung von Leistungen verstehen. Dies umfasst alle Aktivitäten von Lehrkräften und Schüler*innen, die Informationen liefern, welche genutzt werden können, um Lehr- und Lernprozesse zu modifizieren. In einem zusammenfassenden Artikel geben Black und Wiliam (2009) folgende Definition:

Practice in a classroom is formative to the extent that evidence about student achievement is elicited, interpreted, and used by teachers, learners, or their peers, to make decisions about the next steps in instruction that are likely to be better, or better founded, than the decisions they would have taken in the absence of the evidence that was elicited. (S. 9)

Blacks und Wiliams (2009) Begriffsverständnis zeigt auf, dass es sich um ein aktives Vorgehen handelt, welches durch unterschiedliche Personen gestaltet wird. Dabei stehen nicht nur Lehrkräfte, sondern auch Schüler*innen als Akteure im Zentrum. Alonzo (2018) betont, dass Schüler*innen eine besonders wichtige Rolle im formativen Assessment spielen, da sie einerseits auf Rückmeldungen bzw. neue Instruktionen der Lehrkraft reagieren und andererseits aktiv Selbst- und Peer-Assessment ausführen können. Neben den Akteuren spielt die darauffolgende Instruktion eine zentrale Rolle (u. a. Bennett, 2011; Dolin et al., 2018). Ob es sich um ein formatives Vorgehen handelt, ist vor allem davon abhängig, wie Lehrkräfte (und/oder Schüler*innen) die u. a. im Unterricht erhaltenen Informationen nutzen (*use*). So muss auch immer eine Förderabsicht mit der Nutzung verbunden sein (Furtak, 2012).

Im Zuge des formativen Assessment wird in der Forschungsliteratur meist auch das *summative Assessment* diskutiert. Während das formative Assessment im Unterrichtsverlauf mit einer

Förderabsicht ausgeführt wird, um den Lehr- und Lernprozess zu modifizieren, hat das summative Assessment einen bewertenden Charakter. Es besteht Konsens darüber, dass sich die beiden Assessmentarten nicht durch bestimmte Methoden, Vorgehen, Prozesse oder Tests unterscheiden, sondern lediglich deren Funktionen unterschiedlich sind (u. a. Dolin et al., 2018; Maier, 2010; Schütze, Souvigner & Hasselhorn, 2018). Aus diesem Grund wird das summative Assessment an dieser Stelle nur kurz diskutiert. Im summativen Assessment sollen Lernergebnisse (abschließend) zusammengefasst und bewertet werden. Oft findet dies am Ende eines Lernprozesses statt. Darauf basierend können dann beispielsweise Noten vergeben oder eine Versetzung in eine andere Klassenstufe begründet werden (u. a. Dolin et al., 2018; Maier, 2010; Schütze et al., 2018). Im Kontrast zum Konstrukt der Diagnostik wird deutlich, dass das summative Assessment mit der Selektionsdiagnostik vergleichbar ist (vgl. Kap. 2.1.1). Ähnlich wie Selektions- und Förderdiagnostik sind die beiden Konstrukte aber nicht so stark voneinander abzugrenzen, wie es in der Literatur oft den Anschein hat. Auch Bennett (2011) sieht eine starke Trennung kritisch, da der Eindruck entstehen könnte, als hätte summatives Assessment keinen fördernden Einfluss auf das Lernen von Schüler*innen. Er schlägt deswegen vor, eine weniger starke Abgrenzung der Konstrukte zu konzeptualisieren und ihnen primäre und sekundäre Funktionen zuzuweisen. Das summative Assessment hat dann die primäre Funktion, Leistungen von Schüler*innen zu bewerten (*Assessment Of Learning*), kann mit einer sekundären Funktion aber auch für formative Zwecke genutzt werden. So kann z. B. die Auswertung von Tests auch die Adaption von nachfolgendem Unterricht beeinflussen. Andersrum kann auch ein formatives Assessment (*Assessment For Learning*) als sekundäre Funktion haben, dass es regelmäßig über die (ggf. bewerteten) Leistungsstände der Schüler*innen informiert (s. a. Bennett, 2011, S. 6-8).

Ähnlich wie der Diagnoseprozess (siehe Kap. 2.2.3) kann auch das formative Assessment als ein Prozess dargestellt werden, der aus unterschiedlichen Komponenten besteht. In der Forschungsliteratur lassen sich dazu unterschiedliche Prozessmodelle finden, wie z. B. der „assessment process for both summative and formative purposes“ (Dolin et al., 2018, S. 57) oder das *ESRU-Modell* für informelles formatives Assessment (Ruiz-Primo & Furtak, 2007). Auf Grundlage unterschiedlicher Forschungsliteratur lassen sich drei zentrale Komponenten des formativen Assessments identifizieren, die sich auch aus dem weiter oben dargestellten Zitat von Black und Wiliam (2009, S. 9) ableiten lassen: *Elicit*, *Interpret* und *Respond* (im Zitat oben als „use“ bezeichnet).

Elicit (Englisch für *entlocken* oder *hervorrufen*) beschreibt den Schritt, in dem Lehrkräfte Schüler*innen die Möglichkeit geben, ihr Verständnis hervorzubringen – es soll wortwörtlich ‚entlockt‘ werden. Dazu müssen Aufgaben und Situationen geschaffen werden, in denen Schüler*innen ihr Verständnis zeigen können (u. a. Furtak et al., 2016; Gotwals & Birmingham, 2016; Kang & Anderson, 2015; Ruiz-Primo & Furtak, 2007). Im Kontext einer informellen Erhebung können Lehrkräfte die Schüler*innen beispielsweise gezielt nach Erklärungen fragen (Ruiz-Primo & Furtak, 2007).

Danach werden die Antworten und das Verhalten der Schüler*innen *interpretiert* (*Interpret*). Hierbei handelt es sich um ein komplexes Vorgehen, bei dem zuerst die relevanten Aussagen, bzw. Aktivitäten der Schüler*innen identifiziert werden (bei u. a. Gotwals & Birmingham, 2016 als eigene Komponente *identifying* modelliert). Dazu zählt beispielsweise identifiziertes Verständnis, auf das aufgebaut werden kann, aber auch fachlich unangemessene Vorstellungen, die das Lernen behindern können (u. a. Furtak et al., 2016; Gotwals & Birmingham, 2016). Daran anschließend soll ergründet werden, welches Verständnis Schüler*innen haben und wie und warum Schüler*innen sich in einer bestimmten Situation so verhalten haben, wie sie es getan haben bzw. wie und warum sie eine bestimmte Antwort gegeben haben (u. a. Kang & Anderson, 2015) „The purpose of formative assessment is to surface the true nature of student thinking [...]“ (Furtak et al., 2016, S. 269).

Mit der Komponente *Respond* (Englisch für *erwidern* oder *antworten*) erfolgt die Adaption des Unterrichts bzw. eine Rückmeldung an Schüler*innen. Dabei steht im Vordergrund, was der nächste Schritt im Lernen der Schüler*innen ist (u. a. Dolin et al., 2018). Dies kann eine Instruktion sein, indem eine Lehrkraft z. B. konkrete Aufgaben formuliert. Oft handelt es sich dabei jedoch um eine bestimmte Form des Feedbacks (u. a. Dolin et al., 2018; Gotwals & Birmingham, 2016). Das Feedback soll den Schüler*innen u. a. Informationen über die Qualität ihrer Aussagen und Handlungen geben und von den Schüler*innen zu bearbeitenden Folgefragen beinhalten, die das Verständnis verbessern (u. a. Furtak et al., 2016). Feedback kann aber nicht nur von Lehrkräften ausgehen und an (einzelne) Schüler*innen gerichtet sein. Besonders vor dem Hintergrund des Selbst- und Peer-Assessments kann Feedback auch zwischen unterschiedlichen Schüler*innen oder durch Schüler*innen an sich selbst gegeben werden. Feedback kann auch von Schüler*innen an Lehrkräfte gerichtet sein, was Lehrkräfte wiederum für die Ausgestaltung von zukünftigen Instruktionen nutzen können (u. a. Dolin et al., 2018). An dieser Stelle wird betont, dass sich in der Literatur unterschiedliche Auslegungen der *Respond*-Komponente finden lassen. Eine Auslegung beinhaltet neben lernförderlichen Rückmeldungen an Schüler*innen u. a. das Planen und Durchführen von Instruktionen. Eine weitere Auslegung stellt Instruktionen nicht so prominent heraus – dabei wird jedoch das Feedback betont, mit dem Schüler*innen ausschließlich eine (individuelle) lernförderliche Rückmeldung erhalten, um ihr Lernen verbessern zu können (vgl. Schütze et al., 2018).

Die drei beschriebenen Komponenten stellen einen iterativen Prozess dar, bei dem Lehrkräfte Ressourcen benötigen, die sie für das Vorgehen nutzen können. Alonzo (2018) zählt darunter Modelle, die helfen, Verständnisse von Schüler*innen zu analysieren, qualitativ hochwertige Erhebungsinstrumente und ein hohes Wissen (u. a. im PCK). Ressourcen umfassen dabei also auch Bezüge auf fachdidaktische Theorie und/oder empirische Befundlagen. In der Forschung findet sich dabei u. a. die Betonung von *Learning Progressions* als Bezugsrahmen (u. a. Alonzo, 2018; v. Aufschnaiter & Alonzo, 2018; Dolin et al., 2018; Furtak, 2012; Zhai, Li & Guo, 2018; vgl. Kap. 2.3.1).

Es wird deutlich, dass das formative Assessment Ähnlichkeiten mit Diagnostik aufweist, aber es sich trotzdem durch spezifische Aspekte davon unterscheidet. Ähnlich wie der Diagnostik liegt auch dem formativen Assessment eine Förderabsicht zugrunde. In einem Prozess, der mit unterschiedlichen Komponenten beschrieben werden kann, analysieren Lehrkräfte Verständnis und Verhalten von Schüler*innen, um Unterricht adaptiv gestalten zu können. Auch der Bezug auf (fach)didaktische Theorie und Empirie scheint für beide Konstrukte von zentraler Bedeutung zu sein. Ein Unterschied besteht bei den Akteuren im Prozess. Während im in dieser Arbeit zugrundeliegenden Diagnoseprozess die Lehrkraft als Akteur auftritt und Schüler*innen darin nicht aktiv als Diagnostiker*innen beteiligt sind, können beim formativen Assessment Schüler*innen in unterschiedlichen Konstellationen als Akteure auftreten. Im Kontext von Lehrerbildungsforschung liegt es jedoch nahe, sich dem formativen Assessment von (angehenden) Lehrkräften zu widmen (u. a. Kang & Anderson, 2015).

Gemeinsamkeiten und Unterschiede kann man auch an der Struktur des Prozesses erkennen, der sich ähnlich wie der dieser Arbeit zugrundeliegende Diagnoseprozess in Kapitel 2.2.3 gliedert, durch Komponenten beschrieben werden kann und zudem ähnliche Eigenschaften aufweist. Es handelt sich um einen iterativen Prozess, der ebenfalls zyklisch verlaufen kann. Ähnlich wie im Diagnoseprozess muss dies aber nicht linear erfolgen. So kann z. B. eine Lehrkraft, nachdem sie aus den Aussagen von Schüler*innen eine bestimmte Vorstellung identifiziert hat (*Interpret*), dieses Wissen als Ausgangspunkt nutzen, mehr Informationen über die Schüler*innen einzuholen (*Elicit*). Der dieser Arbeit zugrundeliegende Diagnoseprozess (vgl. Kap. 2.2.3) ist in seiner Struktur mit fünf Komponenten jedoch genauer aufgelöst.

Inhaltlich lassen sich die Komponenten des formativen Assessments und die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.2.3) aufeinander beziehen (vgl. Abb. 13). Die Komponente *Elicit* im formativen Assessment entspricht in weiten Teilen der Komponente *Daten* und teilweise der Komponente *Beobachtungen* im für die Arbeit modellierten Diagnoseprozess. Das *Elicit* greift das Erheben bzw. Sichten von *Daten* auf, u. a. generell durch das Schaffen einer Möglichkeit, dass Schüler*innen ihr Verständnis hervorbringen können, z. B. mit Hilfe einer spezifischen Fragestellung, die auf ein bestimmtes Verständnis abzielt. Dies überschneidet sich in Teilen auch mit dem (wertneutralen) *Beobachten*, da hervorgebrachte Aussagen und das Verhalten von Schüler*innen vorerst in der Datenvielfalt beschrieben werden.

Die Komponente *Interpret* entspricht in Teilen ebenfalls der Komponente *Beobachtungen*, aber insbesondere auch den Komponenten *Deutungen* und *Ursachen*. Im Diagnoseprozess werden *relevante Beobachtungen* beschrieben. Nicht alles, das sich beobachten lässt ist relevant. Auch beim formativen Assessment wird im Rahmen des *Interpretierens* zuerst identifiziert, welches Verständnis bzw. welches Verhalten relevant ist. Parallel zum Diagnoseprozess gehört zum Kern des *Interpret*, dass erörtert wird was das Verständnis der Schüler*innen ist (*Deutung*) und warum (*Ursache*) Schüler*innen ein bestimmtes Verhalten zeigen bzw. bestimmte Äußerungen tätigen (u. a. Kang & Anderson, 2015). Der beschriebene Prozess im formativen Assessment greift diese Unterscheidung zwischen Identifizieren und Interpretieren auf, indem

noch einmal beides gesondert betont wird – in der Regel sind diese aber nicht als eigenständige Komponenten benannt, sondern als *Interpretieren* subsummiert (Ausnahmen finden sich z. B. bei Gotwals & Birmingham, 2016).

Die Komponente *Respond* kann in Teilen den *Konsequenzen* im für diese Arbeit modellierten Diagnoseprozess zugeordnet werden, geht aber noch darüber hinaus. Lehrkräfte sollen sich darin nicht nur Gedanken über eine Förderung machen (*was* und *wie*), sondern diese auch real als Instruktion oder Feedback umsetzen. Die im Diagnoseprozess ausgegliederte Konzeption oder Überarbeitung von Fördermaßnahmen ist dann beim formativen Assessment noch Teil des *Respond*. Während beim Diagnostizieren im Vordergrund steht, *was* Bestandteil der Förderung ist und *wie* gefördert werden soll, wird beim formativen Assessment oft ein Feedback ohne konkrete Instruktion genutzt. Dies wird in der Regel zumindest im Sinne eines informierenden Feedbacks (Hattie & Timperley, 2007) in dieser Form beim Diagnostizieren (bzw. danach beim Fördern) nicht gemacht.

Im Vergleich zum formativen Assessment kann neben der Trennung von Diagnostik und Förderung insbesondere beim modellierten Diagnoseprozess die genauere Auflösung des Prozesses und mehr Parallelen zum naturwissenschaftlichen (experimentellen) Prozess der Erkenntnisgewinnung für (angehende) MINT-Lehrkräfte hilfreich sein.

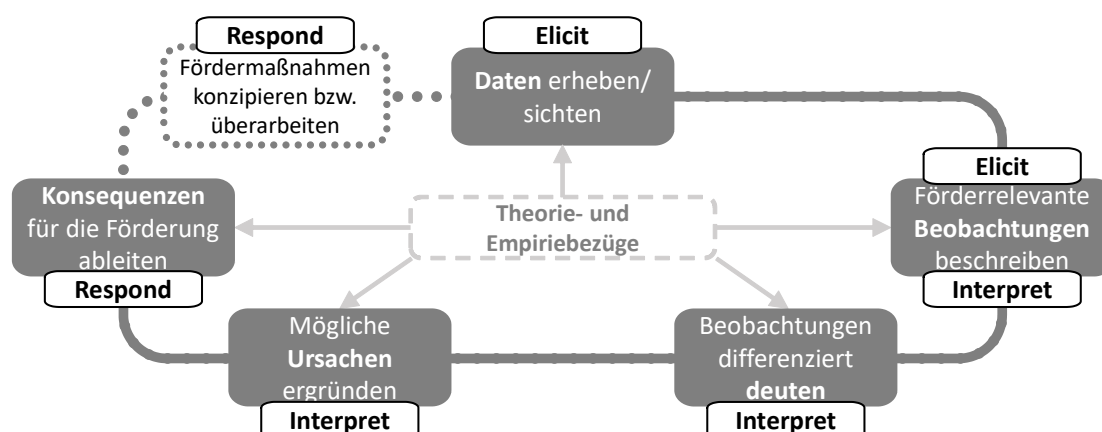


Abb. 13: Verortung der Komponenten des Formativen Assessment im Diagnoseprozess in Anlehnung an Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929)

Jenseits des diskutierten Konstrukts des formativen Assessments lassen sich Ähnlichkeiten finden, wenn es um die Frage der Kompetenz von Lehrkräften geht. In der Forschungsliteratur wird betont, dass Lehrkräfte über Wissensbestände (im Sinne von Dispositionen, vgl. Abb. 11) verfügen müssen, u. a. fachspezifisches Wissen, das hilft, Schüler*innen beim Lernen zu unterstützen (Bennet, 2011, S. 15), die dem PCK zugeordnet werden (s. a. Alonzo, 2018). Die diskutierten Komponenten lassen sich wiederum als situationsspezifische Fähigkeiten interpretieren und das Umsetzen konkreter Fördermaßnahmen als performativische Aktivität.

2.6.2 Noticing und Professional Vision

Ebenfalls oft im Zusammenhang mit formativem Assessment diskutiert, findet man im Konstrukt des *Noticing* bzw. im Konstrukt der *Professional Vision* Zusammenhänge mit der Diagnostik. An dieser Stelle soll vorweggenommen werden, dass in der Forschungsliteratur nicht immer einheitlich zwischen *Noticing* und *Professional Vision* unterschieden wird oder Teilprozesse auch von den gleichen Autor*innen nicht systematisch getrennt, sondern oft miteinander vermischt werden. Das *Noticing* wird teilweise als eigenes Konstrukt konzeptualisiert (u. a. Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; van Es & Sherin, 2002, 2008), das aber Ähnlichkeiten zu dem hat, was in der Literatur teilweise als *Professional Vision* beschrieben wird. In vielen Modellierungen stellt das *Noticing* einen zentralen Teil der *Professional Vision* dar und ist darin teilweise unterschiedlich modelliert (u. a. Seidel & Stürmer, 2014; Sherin, 2007; Sherin & van Es, 2009) – in deutschsprachiger Literatur wird dabei oft von *professioneller Wahrnehmung* von Lehrkräften gesprochen (u. a. Meschede, 2013). *Noticing* wird dabei u. a. als Teilprozess gesehen und bildet mit dem sogenannten *Reasoning* die *Professional Vision*. Die *Professional Vision* kann jedoch eher als eine Beschreibung von Fähigkeiten aufgefasst werden, anstatt einer Prozessbeschreibung, was einer Aufteilung in Teilprozessen eher widerspricht.

Wie man an den vorherigen Umschreibungen bereits erkennen kann, streuen die definitorischen Auslegung beider Konstrukte stark – eine Übersicht über die vielfältigen Konzeptualisierungen der *Professional Vision* und vergleichbarer Konstrukte (u. a. dem *Noticing*) findet sich bei Meschede (2013, S. 15-16). Die beiden Konstrukte *Noticing* und *Professional Vision* haben aber auch Gemeinsamkeiten und Unterschiede. In dieser Arbeit wird lediglich der gemeinsame Kern der Konstrukte dargestellt. Im Folgenden wird zuerst das *Noticing* als eigenes Konstrukt operationalisiert. Daran anschließend wird das Konstrukt *Professional Vision* operationalisiert und es wird dargestellt, welche Gemeinsamkeiten die beiden Konstrukte aufweisen. Beides wird dann mit Diagnostik in Relation gesetzt.

Noticing

Noticing wurde und wird insbesondere im Rahmen der Mathematikdidaktik vielfältig untersucht (u. a. Sherin, Jacobs & Philipp 2011). Das Konstrukt ist im Zusammenhang mit den Didaktiken der Naturwissenschaften noch weniger beforscht (Chan, Xu, Cooper, Berry & van Driel, 2020). Eine einheitliche Modellierung des Konstrukts ist dabei in der Forschungsliteratur bisher nicht zu finden. Im Kern lässt es sich damit umschreiben, dass Lehrkräfte selektiv Unterrichtsgeschehen wahrnehmen, interpretieren und darauf basierend Entscheidungen für den Unterricht treffen. Das *Noticing* wird an dieser Stelle insbesondere nach van Es und Sherin (2002; 2008) beschrieben.

Beim *Noticing* als eigenes Konstrukt handelt es sich um ein Vorgehen, bei dem Lehrkräfte im komplexen Unterrichtsgeschehen bestimmte Aspekte und Situationen wahrnehmen und diese interpretieren, um Unterricht adaptieren zu können. van Es und Sherin (2002) identifizieren beim *Noticing* drei Teilprozesse: (a) *Identify classroom events*, (b) *Making connections* und

(c) *Using knowledge (to reason about classroom interactions)* (s. a. van Es & Sherin, 2008, S. 245), die zum *Reasoning* führen. Zuerst identifizieren Lehrkräfte im komplexen Unterrichtsgeschehen, was in bestimmten Unterrichtssituationen wichtig ist (*Identify*). Im Unterricht sind nicht alle Situationen von gleicher Bedeutung und Lehrkräfte können nicht alle Situationen gleichzeitig wahrnehmen und verarbeiten. Sie müssen also abwägen, wem oder was sie in der Unterrichtssituation ihre Aufmerksamkeit widmen. Basierend auf diesen identifizierten Situationen im Unterricht ziehen Lehrkräfte Schlüsse zum Verständnis der Schüler*innen (*Reason*). van Es und Sherin (2002) heben dabei hervor, dass das Interpretieren der Situationen hierbei von besonderer Bedeutung ist, um darauf basierend Entscheidungen für anschließende Instruktionen zu treffen.

Zwischen *Identify* und *Reason* liegen die identifizierten Teilprozesse (b) *making connections* und (c) *using knowledge*. Im Sinne von *making connections* stellen Lehrkräfte zwischen den Situationen, die sie identifiziert haben und dem, was sie über Unterricht wissen, Verbindungen her. Das bedeutet, dass sie nicht jede Situation als eine abgeschlossene, isolierte Handlung betrachten, sondern sie mit einem Konzept über das Unterrichten wahrnehmen. Z. B. könnten Lehrkräfte aus einer identifizierten Situation schließen, dass alle Schüler*innen im Unterricht Gelegenheiten zum Lernen hatten. Die wahrgenommene Situation bleibt dann kein isoliertes Event, sondern wird beispielsweise in Verbindung mit Konzepten zum Lernen von Schüler*innen oder Bildungsgerechtigkeit gebracht. Um die Situationen dann genauer interpretieren zu können, benötigen Lehrkräfte Wissen (*using knowledge*).

Professional Vision

Die *Professional Vision* wurde ursprünglich von Goodwin (1994) wie folgt definiert: „[...] socially organized ways of seeing and understanding events that are answerable to the distinctive interest of a particular social group“ (S. 606). Diese Definition ist noch nicht konkret auf Lehrkräfte ausgerichtet, sondern bezieht sich allgemein auf Fähigkeiten, die Personen einer Berufsgruppe teilen. Sherin (2007) beschreibt, was im Kern unter *Professional Vision* bei Lehrkräften verstanden werden kann: „[...] for teachers, professional vision involves the ability to make sense of what is happening in their classroom“ (S. 894). Diese kurze Definition deutet schon an, dass es sich hierbei um Fähigkeiten (*ability*) von Lehrkräften handelt. Die *Professional Vision* wird dabei in zwei unterschiedliche Komponenten unterteilt: (1) der *Selective Attention* (Englisch für *selektive Aufmerksamkeit*) bzw. dem *Noticing* und (2) dem *Reasoning* (u. a. Seidel & Stürmer, 2014; Sherin, 2007; Sherin & van Es, 2009). Die von Sherin (2007) bezeichnete *Selective Attention* befähigt Lehrkräfte dazu im Rahmen des *Noticing* Situationen zu identifizieren, die von Bedeutung sind. So könnte im Unterricht z. B. von Bedeutung sein, welches Verständnis Schüler*innen zu einem bestimmten (physikalischen) Sachverhalt artikulieren. In einer anderen Situation könnte aber eher die Gesprächsstruktur oder die Lautstärke im Klassenraum für den Lehr-Lernprozess von Bedeutung sein (u. a. Schäfer & Seidel, 2015; Sherin, 2007; Sherin & van Es, 2009). Um diese wichtigen Aspekte identifizieren zu

können, sollten Lehrkräfte auf unterschiedliches Wissen aus CK, PCK und PK zurückgreifen (u. a. Schäfer & Seidel, 2015).

van Es und Sherin (2002) beschreiben unterschiedliche Aspekte, zu denen Lehrkräfte Wissen haben sollten: „Thus, teachers must use their knowledge of the subject matter, knowledge of how students think of the subject matter, as well as knowledge of their local context to reason about events as they unfold“ (van Es & Sherin, 2002, S. 574-575). Die Umschreibung zeigt deutlich, dass es an diesem Punkt nicht mehr ausreicht, dass Lehrkräfte die Situationen mit allgemeinem Wissen über Unterricht verbinden. Sie benötigen fachliches Wissen und auch Wissen über Vorstellungen von Schüler*innen in dem Fach. Z. B. sollten Physiklehrkräfte Schülervorstellungen zu Kraft und Bewegung besser interpretieren können als Biologielehrkräfte. Bezogen auf den lokalen Kontext sollten Physiklehrkräfte wiederum die Verständnisse zu Kraft und Bewegung der Schüler*innen, die sie regelmäßig unterrichten, besser interpretieren können als Physiklehrkräfte, die diese Schülergruppe noch nie unterrichtet haben (u. a. van Es & Sherin, 2002; 2008).

Die *Selective Attention* steht im Zusammenspiel mit dem (*knowledge-based*) *reasoning*. Auf den ausgewählten Ereignissen und Situationen im *Noticing* aufbauend, sollen Lehrkräfte basierend auf ihrem Wissen interpretieren und Schlüsse ziehen (u. a. Sherin, 2007). Lehrkräfte sollen dabei die konkreten Situationen mit ihrem (theoretischen) Wissen über Lernen und Unterrichten verbinden (u. a. Sherin, 2007; Schäfer & Seidel, 2015).

Gemeinsamkeiten von Noticing und Professional Vision

In den vorherigen Absätzen zeigt sich, dass sowohl beim *Noticing* als eigenes Konstrukt, als auch bei der *Professional Vision* ähnliche Komponenten beschrieben werden. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dass beim *Noticing* als eigenes Konstrukt (Teil-)prozesse beschrieben werden, die Lehrkräfte ausführen und bei der *Professional Vision* hauptsächlich Fähigkeiten beschrieben werden, die Lehrkräfte dazu befähigen, solche Prozesse ausführen zu können. Ein Überlapp beider Konstrukte besteht in erster Hinsicht darin, dass auch schon beim Beschreiben des *Noticing* als eigenes Konstrukt darauf eingegangen wird, dass Lehrkräfte Wissen benötigen (was eher Beschreibungen von Fähigkeiten entspricht) und bei der *Professional Vision* in Teilen schon auf konkrete Prozesse verwiesen wird, die Lehrkräfte ausführen sollen. Unter diesem Aspekt wird in der Forschungsliteratur besonders herausgestellt, dass die beschriebenen Prozesse stark miteinander verbunden sind. So betont z. B. Meschede (2013) im Rahmen der *Professional Vision*, dass es sich beim *Noticing* und *Reasoning* um interagierende Prozesse handelt. Dies bedeutet, dass die beiden „Teilprozesse der *professional vision*“ (S. 18, Hervorhebung im Original)¹³ in der Regel nicht getrennt voneinander ablaufen. Vielmehr scheint es der Fall zu sein, dass die Prozesse sich gegenseitig beeinflussen – also, dass

¹³ Auch in dem Zitat lässt sich erkennen, dass eine einheitliche Konzeptualisierung der *Professional Vision* nicht besteht, da auch bei Meschede (2013) von Prozessen und nicht von Fähigkeiten die Rede ist.

Lehrkräfte nicht passiv, sondern bis zu einem gewissen Grad auch interpretierend den Unterricht wahrnehmen und andererseits die aus dem *Reasoning* abgeleiteten Schlüsse folgende Unterrichtswahrnehmungen beeinflussen. Das Zusammenspiel von *Noticing* und *Reasoning* scheint für beide Konstrukte zentral zu sein. Im *Noticing* als eigenes Konstrukt und der *Professional Vision* gibt es eine Komponente, mit der Lehrkräfte Unterrichtsgeschehen selektiv wahrnehmen (*Identify* im *Noticing*; *Selective Attention* bzw. *Noticing* in der *Professional Vision*). Als weitere Komponente tut sich eine Form des (*knowledge based*) *Reasoning* hervor, die im *Noticing* auf weiteren Teilprozessen basiert. Diese Teilprozesse (*making connections, using knowledge*) werden ebenfalls als zentral angesehen.

Noticing als eigenes Konstrukt und die *Professional Vision* haben weiterhin gemeinsam, dass in beiden Konstrukten die gesamte potenzielle Komplexität des Klassenraums im Vordergrund steht, die sich nicht nur auf Schüler*innen oder andere spezifische Aspekte beschränkt, sondern alle Geschehnisse im Klassenraum umfasst. Ziel ist eine sachangemessene Reaktion, die spezifische Förderung adressieren kann, aber auch andere Elemente beinhalten kann, wie z. B. größere *Regelklarheit* (die wiederum für das Lernen förderlich ist). Außerdem wird in beiden Konstrukten betont, dass der Bezug auf Wissen eine tragende Rolle spielt. Dieses Wissen ist in beiden Konstrukten relativ breit gestreut und umfasst Aspekte aus CK, PCK und PK.

Noticing, Professional Vision und Diagnostik

Die beiden dargestellten Konstrukte weisen Gemeinsamkeiten und Unterschiede mit der Diagnostik auf. Dem *Noticing*, bzw. der *Professional Vision* liegt, ähnlich wie der Diagnostik, eine Förderabsicht zu Grunde. Diese wird in der Regel nicht so deutlich betont, wie es bei der Diagnostik oder dem formativen Assessment der Fall ist, allerdings wird u. a. deutlich herausgestellt, dass das Adaptieren von Unterricht, in dem Schüler*innen gut lernen sollen, das Ziel ist. Des Weiteren stellen die beiden Konstrukte einen analytischen Prozess dar, der mit Komponenten beschreiben werden kann. Auch der Bezug auf Wissen, also auch auf (fach)didaktische Theorie und Empirie wird in den Konstrukten deutlich betont. Inhaltlich unterscheiden sich *Noticing* und *Professional Vision* vom Diagnostizieren insbesondere beim Identifizieren von relevanten Situationen im Unterricht. Bei den beiden diskutierten Konstrukten *Noticing* und *Professional Vision* kann der Fokus beim Identifizieren auf vielfältige Aspekte und Aktivitäten im Unterricht gelegt werden. Dabei kann die gesamte Breite der Geschehnisse im Unterricht abgedeckt werden und nicht nur auf das fokussiert werden, was direkt mit den Lehr- und Lernprozessen in Verbindung steht. So kann beispielsweise ein Fokus auf dem Verhalten der Lehrkraft liegen, auf bestimmten Geräuschen oder auf Aussagen von Schü-

ler*innen. Beim Diagnostizieren ist der Fokus auf Schüler*innen bzw. Aufgaben eingeschränkt.¹⁴ Insbesondere das Verhalten der Lehrkraft wird hier nicht analysiert. Je nach Unterrichtsziel kann auch beim *Noticing* der Fokus ausschließlich auf Schüler*innen bzw. Aufgaben eingegrenzt werden.

Die Struktur des Prozesses im *Noticing* ist zumindest dahingehend der Struktur des dieser Arbeit zugrundeliegenden Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.2.3) ähnlich, dass Komponenten beschrieben werden, die ähnliche Eigenschaften aufweisen. Im Diagnoseprozess werden die Komponenten jedoch genauer ausdifferenziert. Ob der Prozess iterativ oder zyklisch ist, könnte vermutet werden, hierzu gibt es aber keine expliziten Hinweise in der Forschungsliteratur.

Inhaltlich können die Komponenten des *Noticing* bzw. der *Professional Vision* und die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.2.3) aufeinander bezogen werden (vgl. Abb. 14). Die Komponente *Identify* entspricht in weiten Teilen dem Erheben bzw. dem Sichten von *Daten* und dem Beschreiben von relevanten *Beobachtungen* im Diagnoseprozess, der dieser Arbeit zugrunde liegt. *Identify* greift das Erheben bzw. Sichten von *Daten* dahingehend auf, dass das Unterrichtsgeschehen gesichtet wird, welches die Datenbasis darstellt. Darin werden, ähnlich wie im Diagnoseprozess, relevante *Beobachtungen* gemacht, also *identifiziert*, was in den Daten von Relevanz ist.

Die Komponente *Reason* entspricht im für die Arbeit konzeptualisierten Diagnoseprozess (vgl. Kap. 2.2.3) den Komponenten *Deutungen*, *Ursachen* und in Teilen *Konsequenzen*. In dieser Komponente des *Noticing* findet ein Prozess des Interpretierens statt, was dem *Deuten* und Ergründen von *Ursachen* ähnelt. Was van Es & Sherin (2002) beim Umschreiben des Konstrukts nur am Rande thematisieren, aber dennoch einen Teil des *Noticing* darstellt, ist das Ableiten von *Konsequenzen*. So sollen die interpretierten Informationen pädagogische Entscheidungen beeinflussen – dies ist noch Teil der Komponente *Reason*. Ob das reale Konzipieren von Instruktionen o. ä. ebenfalls im *Noticing* berücksichtigt wird, kann bei van Es und Sherin (2002; 2008) nicht abgeleitet werden, sie schließen es zumindest nicht explizit aus. Auch für die *Professional Vision* gibt es dazu keine Hinweise. In anderer Forschungsliteratur zum *Noticing*, z. B. bei Jacobs et al. (2010), wird das Konstruieren oder Überarbeiten von Instruktionen konkret ausgeschlossen: „Note that we do not include the execution of the response in our conceptualization of professional noticing, so, in a sense, we are focusing on intended responding“ (S. 173). Diese Verortung deckt sich mit dem für die Arbeit konzeptualisierten Diagnoseprozess (vgl. Kap. 2.2.3), bei dem das konkrete Konzipieren oder Überarbeiten von Fördermaßnahmen nicht mehr Bestandteil ist. Auch Chan et al. (2020, S. 10)

¹⁴ Es ist jedoch denkbar, dass beispielsweise das Verhalten der Lehrkraft oder äußere Umstände (z. B. Geräusche) als Ursache identifiziert werden – dann jedoch mit einem Fokus auf Verhalten oder Aussagen von Schüler*innen.

zeigen in einer Übersicht mit 29 Studien zum *Noticing* in den naturwissenschaftlichen Fächern, dass die meisten Forscher*innen sogar das Ableiten von *Konsequenzen* und insbesondere auch das konkrete Konzipieren von Unterricht nicht mehr zum *Noticing* zählen.

Durch die Teilprozesse *making connections* und *using knowledge* finden sich im *Noticing*-Konstrukt explizite Bezüge auf Theorien und empirische Befundlagen. Diese beeinflussen die beiden Komponenten *Identify* und *Reason*. Versteht man die beiden Teilprozesse als den Umgang mit Theorie- und Empiriebezügen, können diese auch in Relation zum Diagnoseprozess (vgl. Kap. 2.2.3) gesetzt werden, wie in Abbildung 14 zu erkennen ist. Im *Noticing* werden die Bezügen zu Theorie und Empirie noch einmal genauer durch die beiden Teilprozesse ausdifferenziert. *Making connections* bildet Verbindungen zu allgemeineren Konzepten aus Theorie und Empirie ab. *Using knowledge* stellt wesentlich spezifischeres Wissen für das jeweilige Fach und die spezifischen Situationen dar. Beim Diagnoseprozess, der dieser Arbeit zugrunde liegt, werden diese Unterscheidungen nicht gemacht, wobei auch hier denkbar ist, dass Lehrkräfte Bezüge einerseits zu allgemeineren didaktischen und pädagogischen Konzepten herstellen und andererseits Wissen über Fach und Fachdidaktik nutzen. Auch hier könnte es eher übergeordnete Konzepte geben, die besonders beim *Beobachten* helfen könnten und spezifischere Bezüge, die z. B. beim *Deuten* hilfreich sind. Unter diesem Aspekt kann *Making connections* bei den Komponenten *Daten*, *Beobachtungen* und *Deutungen* verortet werden. *Using knowledge* ist ebenfalls für *Deutungen* hilfreich und kann auch *Ursachen* sowie *Konsequenzen* beeinflussen. Wie sich die hier umschriebenen Komponenten im Diagnoseprozess verorten lassen, ist in Abbildung 14 dargestellt. Dabei wurde *Identify* und *Reason* den jeweiligen Komponenten zugeordnet, die gleiche oder ähnliche Prozesse beinhalten. *Making connections* und *using knowledge* wurde einerseits den Theorie- und Empiriebezügen zugeordnet und andererseits durch die Pfeile den jeweiligen Komponenten des Diagnoseprozesses zugeordnet, die dadurch beeinflusst werden.

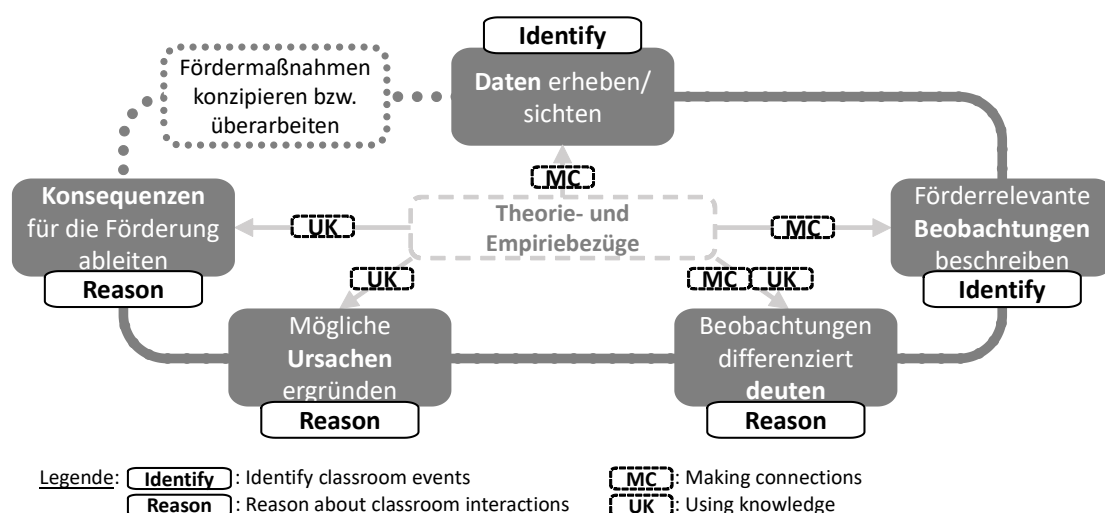


Abb. 14: Verortung der Komponenten des *Noticing* im Diagnoseprozess in Anlehnung an Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929)

Analog zum formativen Assessment lassen sich für das *Noticing* bzw. für die *Professional Vision* Ähnlichkeiten bei der Kompetenz von Lehrkräften finden. Hierbei stellt die *Professional Vision* selbst schon ein Konstrukt dar, in dem Fähigkeiten von Lehrkräften beschrieben werden. Darin, aber auch im Konstrukt des *Noticing*, wird betont, dass Lehrkräfte über Wissensbestände verfügen müssen, die CK, PCK und PK zugeordnet werden und als Dispositionen verstanden werden können (vgl. Abb. 11). Die Komponenten *Identify* und *Reason*, aber auch die Teilprozesse *making connections* und *using knowledge* sind als situationsspezifische Fähigkeiten zu interpretieren. Als Performanz können zumindest pädagogische Aktivitäten angesehen werden, auch wenn diese nicht als eigener Bestandteil des *Noticing* oder der *Professional Vision* verortet wurden.

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle angemerkt werden, dass es sich beim *Noticing* um ein Konstrukt handelt, das relativ uneinheitlich von Wissenschaftler*innen konzeptualisiert und genutzt wird (u. a. Chan et al., 2020). Dies gilt nicht nur für das Modellieren selbst, sondern auch für z. B. den Zweck den *Noticing* haben soll. Neben den hier dargestellten Formen, also die Implikation in der *Professional Vision* und das eigenständige Konstrukt, konnten Chan et al. (2020) noch zwei weitere Verständnisse von *Noticing* in der *Noticing*-Forschungsliteratur im Rahmen der Didaktiken der Naturwissenschaften identifizieren. So wird es u. a. in Teilen auch im Rahmen von formativem Assessment diskutiert und bildet dort eine wichtige Komponente zum Wahrnehmen von Vorstellungen von Schüler*innen. Außerdem gibt es Konzeptualisierungen, in denen Lehrkräfte im Rahmen des *Noticing* neben dem Verhalten der Schüler*innen im Sinne einer Reflexion auch ihr eigenes Handeln analysieren sollen (Chan et al. 2020, S. 14). Auf diese beiden *Noticing*-Formen wird in dieser Arbeit jedoch nicht eingegangen.

2.7 Diagnoseprozesse von Lehrkräften

In den vorherigen Kapiteln wurde umfassend diskutiert, welche Bedeutung Diagnostik für die fachdidaktische Forschung und den Unterricht hat. Zusätzlich wurde dargestellt, wie Diagnoseprozesse sowie ähnliche Prozesse modelliert werden können, welchen Einfluss Theorie-/Empiriebezüge auf den für diese Arbeit konzeptualisierten Diagnoseprozess haben können, was die Qualität dieses Prozesses auszeichnet und was in der Forschungsliteratur u. a. unter diagnostischer Kompetenz verstanden wird. Darauf basierend zeigt dieses Kapitel auf, wie der aktuelle Forschungsstand zu Diagnostik von Lehrkräften und Studierenden des Lehramtes ist. Dabei wird insbesondere auf die Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.2.3) und *Learning Progressions* als Theorie-/Empiriebezug eingegangen.

Bisher wurde der Diagnoseprozess von (angehenden) Lehrkräften an sich im deutschsprachigen Raum noch wenig beforscht – zumindest, wenn man diesen Teil der Forschung Untersuchungen zur Urteilsgenauigkeit gegenüberstellt. Gerade aus der wachsenden Zahl von Forschungsarbeiten der letzten ca. 15 Jahre lassen sich Hinweise zu Diagnoseprozessen von Lehrkräften und Lehramtsstudierenden ableiten. Auf Diagnostik transferierbare Erkenntnisse können auch aus Arbeiten zur *Analysekompetenz* gewonnen werden, die einen gewissen

Konstruktüberlapp zeigen (u. a. Plöger, Scholl & Seifert, 2015). Ein wesentlich weiter beforschtes Feld zu Prozessen, in denen Unterricht analysiert wird, stellen insbesondere im angloamerikanischen Sprachraum die Untersuchung des formativen Assessments sowie Studien zum *Noticing* dar. Da es sich um ähnliche Konstrukte handelt (s. a. Kap. 2.6), können daraus einige Erkenntnisse abgeleitet werden, wie Lehrkräfte bzw. Lehramtsstudierende diagnostizieren, wenn auch nur unter Einschränkungen und bis zu einem gewissen Grad. Dabei zeigt sich ganz allgemein, dass das Analysieren von Unterricht bzw. von Schüler*innen für (angehende) Lehrkräfte herausfordernd sein kann. In der Literatur, ob zu Diagnostik, formativem Assessment oder zum *Noticing*, wird zudem von Unterschieden zwischen Noviz*innen (Lehramtsstudierende und Lehranfänger*innen) und Expert*innen, also erfahreneren Lehrkräften, berichtet (u. a. Plöger et al., 2015; Gotwals, Philhower, Cisterna & Bennett, 2015; Kleinknecht & Gröschner, 2016).

2.7.1 Komponenten des Diagnoseprozesses

Besonders deutlich wird der Unterschied zwischen Noviz*innen und Expert*innen, wenn man sich im modellierten Diagnoseprozess (vgl. Kap. 2.2.3) die Komponenten *Beobachtungen*, *Deutungen* und *Ursachen* ansieht bzw. die äquivalenten Komponenten der anderen Konstrukte dazu, also ob Daten beobachtet und/oder interpretiert werden. Verschiedene Studien liefern Hinweise darauf, dass Noviz*innen beim Diagnostizieren zwar in der Lage sind, Beobachtungen zu beschreiben, aber noch Probleme damit haben, insbesondere Vorstellungen und Verständnisse von Schüler*innen genauer zu durchdringen und zu interpretieren. Wie es scheint, verbleiben sie beim Analysieren von Schüler*innen und deren Produkten eher bei dem Beschreiben von in den Daten sichtbaren Merkmalen und Strukturen (u. a. Plöger et al., 2015; Seidel & Prenzel, 2008). Ähnliche Befunde finden sich in internationalen Forschungsarbeiten zum formativen Assessment und dem *Noticing*. So berichten van Es und Sherin (2002; 2008), dass Noviz*innen z. B. bei Videoanalysen in der Regel nur eine wörtliche Beschreibung des Geschehens abgeben, wohingegen erfahrenere Lehrkräfte über diese Beschreibungen hinausgehen und das Beobachtete schon mit Wissen über Lernen und Unterrichten verbinden – also das Beobachtete interpretieren und somit auch relevante Beobachtungen aus dem komplexen Unterrichtsgeschehen herauspräparieren können. Allerdings kann Noviz*innen nicht nur das Interpretieren der Beobachtungen, sondern auch das Beobachten selbst schwerer fallen als erfahreneren Lehrkräften, wie u. a. Kang und Anderson (2015), Lyon (2013) oder Stahnke, Schueler & Roesken-Winter (2016) zeigen. Generell scheinen Expert*innen weniger Probleme damit zu haben, insbesondere Vorstellungen und Verständnisse von Schüler*innen zu interpretieren als Noviz*innen. Kang und Anderson (2015) konnten in einer Studie mit Lehramtsstudierenden mit MINT-Fächern zeigen, dass diese auch dann noch Probleme mit dem Interpretieren (im Sinne der Komponenten *Deutungen* und *Ursachen* sowie dem identifizieren *relevanter* Beobachtungen) von Verständnissen und Vorstellungen von Schüler*innen haben, wenn sie umfassende Informationen zu deren Vor-

stellungen bekamen. Für den Befund, dass die Studierenden Schwierigkeiten beim Interpretieren haben, vermuten sie, dass bei Noviz*innen das Wissen über u. a. den fachlichen Inhalt oder über das Lernen und Unterrichten (noch) unterentwickelt sein könnte.

In einer Videostudie zum Aufbau von diagnostischer Kompetenz von Lehramtsstudierenden mit den Fächern Physik und Mathematik ist bei Beretz (2021) ein scheinbar gegenläufiger Befund dokumentiert. Beretz (2021) fand in ihren Untersuchungen heraus, dass Lehramtsstudierende in ihren Diagnoseprozessen viele Beobachtungen machen. Insbesondere konnte sie jedoch zeigen, dass sich überdurchschnittlich viele Deutungen im Diagnoseprozess von den Studierenden finden ließen, wenngleich diese Deutungen selten mit den Beobachtungen belegt werden. Der Befund widerspricht nur scheinbar anderen Befunden, da die betrachtete Studiengruppe in der zugehörigen Lehrveranstaltung eine Reihe von Lern- und Übungsgelegenheiten zum Diagnostizieren vorfand. Sie sind demnach zwar angehende Lehrkräfte, können aber nicht mehr als Noviz*innen im herkömmlichen Sinne betrachtet werden (vgl. Beretz, 2021, S. 149). Das Auftreten von Ursachen und Konsequenzen konnte in der Studie von Beretz (2021) jedoch eher selten identifiziert werden. Dabei ist auffällig, dass vor allem Ursachen signifikant weniger auftreten als alle anderen Komponenten. Allerdings konnte Beretz (2021) zeigen, dass das Auftreten von Ursachen und Konsequenzen mit dem Geben eines Prompts signifikant gesteigert werden kann. Auch über alle Komponenten hinweg zeigt sich, dass es den Studierenden wenig gelingt, Verbindungen zwischen einzelnen Komponenten bezüglich eines förderrelevanten Bezugs herzustellen und die Komponenten isoliert voneinander auftreten. Beim Verbinden einzelner Komponenten wechseln sich die Beobachtungen und Deutungen jedoch oft ab. Generell konnte mit der Untersuchung gezeigt werden, dass Studierende beim Diagnostizieren abseits von Beobachtungen auch in der Lage sind Deutungen, Ursachen und Konsequenzen zu formulieren (Beretz, 2021).

Ähnliche Hinweise zum Auftreten der Komponenten konnten auch Steffentorweihen und Theyßen (2020) für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik in einem Lehr-Lernlabor finden. Dabei wurde von ihnen u. a. untersucht, inwiefern Studierende die Komponenten des Diagnoseprozesses (im Sinne des für die Arbeit konzeptualisierten Diagnoseprozesses, vgl. Kap. 2.2.3) beim Bearbeiten einer Textvignette vollständig nutzen, also ob alle Komponenten im Prozess zusammenhängend identifizierbar sind. Der überwiegende Teil der untersuchten Studierenden macht hauptsächlich Deutungen und verbindet diese Deutungen nur sporadisch mit Ursachen oder Konsequenzen.

Aus den Befunden von Beretz (2021) sowie von Steffentorweihen und Theyßen (2020) lässt sich ableiten, dass insbesondere angehende Lehrkräfte Schwierigkeiten beim Ergründen von Ursachen und dem Ableiten von Konsequenzen für die Förderung haben. Dies deckt sich mit Befunden aus Untersuchungen zum formativen Assessment und dem *Noticing*. So scheint es, dass generell sowohl Lehrkräfte als auch Lehramtsstudierende Schwierigkeiten damit haben Unterricht basierend auf interpretierten Aussagen von Schüler*innen zu adaptieren, also

insbesondere Konsequenzen abzuleiten (u. a. Ruiz-Primo & Furtak, 2007; Heritage, Kim, Vendlinski & Herman, 2009).

Die Befundlage zu den Komponenten im Diagnoseprozess lässt sich kritisch hinterfragen. Zum einen gibt es nur relativ wenige Studien, aus denen man Aussagen zu dem konkreten Auftreten der Komponenten ableiten kann. Vor allem ist auch in internationalen Studien oft nicht klar, ob bei Aussagen zum Interpretieren nur reine Deutungen oder auch Ursachenforschung inkludiert ist. Zum anderen basieren die dargestellten Studien in der Regel auf relativ kleinen Teilnehmerzahlen. Um genauere Aussagen zum Auftreten und dem Inhalt der Komponenten machen zu können, bräuchte es zumindest eine größere Studienlage. Die hohe Anzahl an Studien zu Diagnostik, die sich aber hauptsächlich auf Urteilsgenauigkeit konzentrieren (z. B. Südkamp et al., 2012), hilft an dieser Stelle nur begrenzt weiter und wird deshalb nicht berücksichtigt.

2.7.2 Das Dichotomisieren von Verständnis

In den in Kapitel 2.4 dargestellten Qualitätsmerkmalen ist insbesondere die *Differenziertheit* ein Merkmal, welches beim Deuten der Verständnisse von Schüler*innen essenziell ist, um gezielt fördern zu können. Verschiedene Untersuchungen weisen darauf hin, dass in Bezug auf dieses Merkmal insbesondere Noviz*innen, dazu neigen das Verständnis von Schüler*innen zu dichotomisieren, wenn sie Unterricht analysieren. Das bedeutet, dass (angehende) Lehrkräfte das Verständnis von Schüler*innen zwar als *richtig* oder *falsch* einordnen (u. a. Otero, 2006; Furtak, 2012), jedoch nicht diskutieren, was genau die Vorstellung kennzeichnet und/oder welche Aspekte anschlussfähig sind (auch wenn sie fachlich noch nicht passen). Otero (2006) konnte bei Studierenden, die im Zuge von formativem Assessment das Vorwissen von Schüler*innen einschätzen sollten, zwei unterschiedliche Kategorien der Dichotomisierung feststellen. Bei der ersten Kategorie achten die Studierenden darauf, ob Schüler*innen bestimmte Fachwörter nutzen, die mit einem bestimmten Konzept verbunden sind. Ist dies nicht der Fall, schließen diese Studierenden daraus, dass die betreffenden Schüler*innen nichts über das Konzept wissen. In der zweiten Kategorie schauen die Studierenden auf die Themen, die die Schüler*innen im bisherigen Unterricht behandelt haben. Wenn ein Thema in einem vorauslaufenden Unterricht korrekt behandelt wurde, gehen sie davon aus, dass die jeweiligen Schüler*innen dieses Thema dann auch gelernt haben und im Anschluss korrekt beherrschen (Otero, 2006, S. 253). In einer weiteren Untersuchung zum formativen Assessment von Gotwals und Birmingham (2016), bei der Lehramtsstudierende mit MINT-Fächern untersucht wurden, zeigte sich ebenfalls ein dichotomisierendes Profil. Die Studierenden bewerten dabei das Verständnis der Schüler*innen entweder als korrekt oder als ein ‚Fehlkonzept‘. Die gesamte Untersuchung liefert nur wenig Evidenz dafür, dass die Studierenden Verständnis von Schüler*innen überhaupt als differenziert oder komplex ansehen. Tatsächlich sieht keine*r der Studierenden Möglichkeiten, eine Förderung an das dichotom eingeschätzte Verständnis der Schüler*innen anzusetzen. Als Ursache für die diagnostizierten Verständnisse der Schüler*innen nennen außerdem fünf der $N = 7$ untersuchten Lehramtsstudierenden Erfahrungen, die die Schüler*innen im schulischen Kontext gemacht

hätten, nicht jedoch mögliche Erfahrungen der Schüler*innen im Alltag (Gotwals & Birmingham, 2016).

Wie sich zeigt, scheinen besonders Lehramtsstudierende Probleme mit dem Adaptieren von Unterricht zu haben, wenn sie keinen Zugang zu Verständnissen von Schüler*innen haben, der über eine dichotome Zuordnung von *richtig* oder *falsch* hinausgeht. Ihnen fällt es dann schwer, im anschließenden Unterricht eine Förderung anzulegen, anstatt einfach nur die richtige Lösung bereitzustellen (u. a. Stahnke et al., 2016).

2.7.3 Theorie- und Empiriebezüge

Die Befundlage, dass insbesondere Noviz*innen kaum über Beschreibungen hinauskommen und, wenn vorhanden, Interpretationen dichotomisieren, legt bereits nahe, dass sie kaum Theorie-/Empiriebezüge nutzen. Beretz (2021), die für spezifisch unterrichtete Studierende nachweisen konnte, dass diese in der Lage sind zu interpretieren, zeigt auch, dass die untersuchten Studierenden in ihren Analysen Theorie-/Empiriebezüge¹⁵ nutzen. Unter diesen Bezügen versteht Beretz (2021) einen „Verweis auf Konzepte fachdidaktischer Veranstaltungen und der empirischen Lehr-/Lernforschung“ (S. 308). Allerdings konnten die Bezüge nur in eher geringem Umfang identifiziert werden, selbst dann, wenn die Studierenden explizite Prompts (z. B. Hinweise auf eine *Learning Progression*) bekamen. Welche Theorie- und Empiriebezüge von den Studierenden genutzt werden, hängt dabei oft vom Kontext ab. So werden von den Studierenden z. B. beim Analysieren von Vignetten mit Schüler*innen, die Arbeitsmaterial zum Thema *Kräfte* bearbeiteten, andere Theorie-/Empiriebezüge als für Vignetten mit dem Thema *Strom* genutzt. Zusätzlich ist in der Studie von Beretz (2021) auffällig, dass über 95 % der auftretenden Theorie-/Empiriebezüge in Deutungen identifiziert wurden, wenn die Studierenden schriftliche Analysen ausführten (z. B. Analyse von Transkripten). Führten die Studierenden Videoanalysen aus, konnten Theorie-/Empiriebezüge ebenfalls hauptsächlich in Deutungen (ca. 59 %), aber auch im Zuge von Ursachen (ca. 18 %) identifiziert werden (s. a. Beretz, 2021, S. 189). Diese Befunde sind nicht verwunderlich, da den untersuchten Studierenden insbesondere Theorie-/Empiriebezüge zu bestimmten fachlichen Themen zur Verfügung standen (z. B. die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung*, vgl. Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018), die sich auch nur auf bestimmte Themen anwenden lassen. Außerdem sind Theorie-/Empiriebezüge in Beobachtungen kaum erkennbar und die Studierenden hatten keine Möglichkeit zu fördern, was wiederum einen Theorie-/Empiriebezug in den Konsequenzen unwahrscheinlicher macht.

Da *Learning Progressions* ein großes Potential für das Analysieren von Vorstellungen von Schüler*innen bieten (vgl. Kap. 2.3.1), sind diese als Theorie- bzw. Empiriebezug insbesondere in Verbindung mit dem formativen Assessment international schon relativ stark beforscht worden – zumindest im Vergleich zur deutschsprachigen Diagnostikforschung, die diesen

¹⁵ Bei Beretz (2021) werden solche Bezüge nur *Theoriebezug* genannt.

Gegenstand bisher kaum erforscht hat. Dabei sind unterschiedliche Tendenzen in der Nutzung von *Learning Progressions* bei Studierenden sowie Lehrkräften identifiziert worden. Alonzo (2018) diskutiert dabei u. a., dass es insbesondere auch Evidenz dafür gibt, dass Lehrkräfte mit extremen Ansichten eine Dichotomie nicht überwinden und anscheinend auch die *Learning Progressions* nicht dahingehend verstehen, um Vorstellungen und Verständnisse von Schüler*innen genauer analysieren zu können. So liefert z. B. Furtak (2012) Hinweise dafür, dass *Learning Progressions* ggf. sogar von Lehrkräften dahingehend interpretiert werden könnten, dass eine dichotome Sichtweise auf Verständnisse und Vorstellungen von Schüler*innen unterstützt wird. Lehrkräfte scheinen insbesondere zu Beginn Probleme damit zu haben *Learning Progressions* vor dem Hintergrund ihrer eigenen dichotomen Sichtweise zu verstehen. Werden *Learning Progressions* über einen längeren Zeitraum von Lehrkräften genutzt und u. a. auch in Trainings zur Professionalisierung von Lehrkräften integriert, konnten Furtak, Morrison und Kroog (2014) zeigen, dass zumindest eine Möglichkeit besteht, dass die dichotomen Kategorien in Kategorien zerfallen, die einer *Learning Progression* zugeordnet werden können. Die in Kapitel 2.3.1 dargestellte Erwartung an *Learning Progressions*, den Diagnoseprozess differenziert bereichern zu können, scheint zumindest nicht immer zwingend der Fall zu sein.

Generell scheinen verschiedene Untersuchungen abzubilden, dass (angehende) Lehrkräfte *Learning Progressions* unterschiedlich verstehen und/oder sie auf unterschiedliche Arten für das Analysieren von Unterricht nutzen. Diese Nutzung findet dabei oft nicht auf die Art statt, wie Wissenschaftler*innen, die diese Untersuchungen durchführen, intendieren (u. a. Alonzo & Elby, 2019; v. Aufschnaiter & Alonzo, 2018; Zhai et al., 2018). Das wird u. a. in einer Studie von Alonzo und Elby (2019) deutlich. Hier wurde untersucht, wie Physiklehrkräfte eine *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* (s. a. Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) für das Analysieren von Schülerprodukten verwenden. In der Studie wurde zu Beginn festgehalten, dass alle untersuchten Lehrkräfte das generelle Prinzip hinter einer *Learning Progression* mit unterschiedlichen Ebenen verstanden haben und auch akzeptierten, dass das Verständnis von Schüler*innen damit charakterisiert werden kann. Außerdem konnte gezeigt werden, dass die *Learning Progression* bei den Lehrkräften eine differenziertere Perspektive auf das Material der Schüler*innen schaffen konnte – zumindest im Vergleich zu den vorher typischen Interpretationen der Lehrkräfte.

Bei den untersuchten Physiklehrkräften entwickelten sich verschiedene Perspektiven auf die *Learning Progression*, die von Alonzo und Elby (2019) identifiziert wurden. Mit der ersten Perspektive werden einzelne Schüler*innen einer Ebene zugeordnet (*LP level*). Obwohl der Aufbau der *Learning Progression* die Lehrkräfte dazu hätte verleiten können, Produkte einer bestimmten Person lediglich einer Ebene zuzuordnen, konnten auch andere Perspektiven identifiziert werden. So ordneten die Lehrkräfte verschiedene Produkte einer*s Lernenden auch unterschiedlichen Ebenen zu. Die *Learning Progression* wird dann so behandelt, als ob Schüler*innen zu kleineren Themengebieten (z. B. Kraft) Vorstellungen auf einer bestimmten Ebene haben, aber noch nicht alle Vorstellungen der Ebene beherrschen (*Whole LP divisible*).

Außerdem konnte eine Perspektive identifiziert werden, dass die in den einzelnen Ebenen beschriebenen Vorstellungen wie eine Checkliste betrachtet werden, von denen Schüler*innen eine Vorstellung haben oder nicht haben können. Das Verständnis (von Schüler*innen) wird einer Ebene zugewiesen, allerdings wird gleichzeitig davon ausgegangen, dass nicht alle Aspekte der Ebene beherrscht werden und ggf. auf einer anderen Ebene verortet werden können (*LP levels divisible*). Alonzo und Elby (2019) geben in Bezug auf die beiden zuletzt genannten Perspektiven zu bedenken, dass diese bei der Verwendung einer anderen *Learning Progression* evtl. nicht so oft identifiziert würden. In der vierten Perspektive (*Smaller than LP*) wird davon ausgegangen, dass die *Learning Progression* aus Vorstellungen besteht, die nicht miteinander zusammenhängen (z. B. auf einer Ebene) und von Schüler*innen verstanden oder nicht verstanden werden können. Die Verständnisse der Schüler*innen werden dann wie in einem Puzzle über die *Learning Progression* verteilt. Für eine genauere Umschreibung der Typen s. a. Alonzo und Elby (2019, S. 16).

Die Untersuchung von Alonzo und Elby (2019) zeigt, dass zumindest für die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* (s. a. Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) vier verschiedene Arten identifiziert werden können, wie mit der *Learning Progression* beim Analysieren von Schülerprodukten umgegangen werden kann. Dabei ist kritisch anzumerken, dass die identifizierten Perspektiven zumindest teilweise auch auf die Aufgabenstellung zurückzuführen sein könnten, die in der Untersuchung den Lehrkräften gegeben wurde. Alonzo und Elby (2019) argumentieren jedoch, dass diese in Teilen schon vor dem Einführen der Aufgabenstellung, die diese Perspektiven hervorrufen könnten, identifiziert werden konnten.

Ähnliche Befunde bezüglich der Dichotomisierung von Verständnissen von Schüler*innen und der Nutzung von *Learning Progressions* finden sich bei Covitt, Gunckel, Caplan & Syswerda (2018). In einer Studie zu der Nutzung einer *Learning Progression* zum Themenfeld *Wassersysteme* mit Lehrkräften wurde gezeigt, dass die Lehrkräfte die *Learning Progression* nutzen, um darin die Verständnisse der Schüler*innen zu verorten. Insbesondere für das Analysieren von geschriebenen Produkten von Schüler*innen greifen die meisten Lehrkräfte trotzdem auf eine dichotome Sichtweise zurück. Wenn die Lehrkräfte Verständnisse von Schüler*innen doch einmal differenzierter betrachten, dann ordnen sie dieses nur selten einer Ebene der *Learning Progression* zu. Auch bei Furtak (2012) half eine *Learning Progression* Lehrkräften Fehlkonzepte zu identifizieren. Dies führte aber eher dazu, dass die Lehrkräfte teilweise eine simplifizierte Wahrnehmung von Vorstellungen und Verständnissen der Schüler*innen entwickeln. Die Lehrkräfte wollen dann die als falsch identifizierten Fehlkonzepte mit fachlich angemessenen Vorstellungen ersetzen. Die *Learning Progression* konnte den Lehrkräften nicht helfen, auf die Vorstellungen der Schüler*innen so angemessen zu reagieren, dass darauf basierend eine Instruktion hätte adaptiert werden können (s. a. Furtak, 2012).

Was Furtak (2012) zeigen konnte, findet sich auch in einer Untersuchung von v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) wieder. Die Physiklehramtsstudierenden, die in der Untersuchung Schülervignetten mit Hilfe der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* (s. a. Alonzo & Steedle,

2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) analysierten, nutzen die *Learning Progression* nicht, um das Verständnis von Schüler*innen genauer zu durchdringen („make sense of student thinking“, S. 123). Tatsächlich besteht bei einer Studierenden sogar Evidenz dafür, dass nach ihrer Auffassung die *Learning Progression* nicht für das Analysieren von widersprüchlichen oder verwirrenden Aussagen von Schüler*innen genutzt werden kann (v. Aufschnaiter & Alonzo, 2018, S. 122-123). Allerdings führt die *Learning Progression* dazu, dass die Studierenden ihre Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte in den Verständnissen der Schüler*innen lenken können, z. B. auf Kraft. v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) sahen in ihren Daten, dass die Studierenden teilweise über Verständnisse der Schüler*innen spekulieren oder ungewollte Schlüsse aus den beobachteten Daten ziehen. Mit Hilfe der *Learning Progression* kommt es zu weniger Spekulationen.

Zusammenfassend lässt sich aus dem aktuellen Forschungsstand für *Learning Progressions* festhalten, dass sie zwar das Potential haben, eine Dichotomie beim Analysieren von Vorstellungen und Verständnissen von Schüler*innen bei (angehenden) Lehrkräften zu überwinden, dies aber von Lehrkräften und Studierenden nur in Teilen genutzt wird. Generell scheinen *Learning Progressions* oft nicht so genutzt zu werden, wie es eigentlich von verschiedenen Wissenschaftler*innen intendiert ist (u. a. Alonzo & Elby, 2019). Dies bildet sich z. B. auch in der Untersuchung bei Zhai et al. (2018) ab, bei der Lehrkräfte eine *Learning Progression* als *Content Progression* (vgl. Kap. 2.3.1) wahrnehmen und auch so nutzen (Zhai et al., 2018, S. 17). Dabei ist jedoch kritisch anzumerken, dass die aufgezeigten Untersuchungen den Umgang mit verschiedenen themenspezifischen *Learning Progressions* abbilden und sich diese nicht nur in den Themen, sondern teilweise auch im Aufbau unterscheiden und insbesondere der Umgang damit in den Studien verschieden beforscht wird. Ein Vergleich zwischen den verschiedenen Studien kann also auch kritisch betrachtet werden. Es gibt abseits der Themenspezifität für *Learning Progressions* auch Hinweise darauf, dass schon der Aufbau einer *Learning Progression* für Lehrkräfte hilfreich sein kann. So scheint es auch einen Unterschied zu machen, ob Lehrkräfte lediglich mit der Idee einer *Learning Progression* im Sinne eines Niveaumodells Unterricht analysieren. Beispielsweise äußerte eine Lehrkraft, die im Zuge eines dänischen Projekts mit MINT-Lehrkräften untersucht wurde: „There is a big difference between working with learning progression and to be aware of learning progression. I do not work much with it but I am very conscious of it“ (Dolin et al., 2018, S. 61).

Gerade weil sich *Learning Progressions* gut als Theorie- und Empiriebezug im Diagnoseprozess eignen, scheint es verwunderlich, wieso in den Ergebnissen vieler Studien ein gegenläufiges Bild entsteht und sich u. a. auch herausstellt, dass Studierende aber auch Lehrkräfte Probleme bei der Nutzung haben oder ggf. ihr Wissen über Theorie und Empirie gar nicht nutzen (können). Dies deckt sich jedoch mit Erkenntnissen, dass das Handeln von Lehrkräften und das Theoriewissen generell auseinanderfällt. Wahl (2001) spricht dabei von einer „Kluft zwischen Wissen und Handeln“ (S. 157). Die Handlungskompetenzen von Lehrkräften bleiben demnach „weit hinter dem verfügbaren theoretischen Wissen der Lernenden zurück“ (Wahl, 2002, S. 227). Dieses von Wahl (2002) als *träge* bezeichnete Wissen kann nach ebendiesem

durch ein gezieltes Training in kompetentes Handeln umgesetzt werden. Dabei sollen Studierende beim Erwerb des Wissens auch gleich die Anwendung dieses Wissens erleben, um theoretisch reflektieren zu können. Auch v. Aufschnaiter & Alonzo (2018) argumentieren, dass Studierende im Rahmen der Lehrerbildung im Umgang mit *Learning Progressions* gezielt unterstützt werden sollten. So sollte die Ausbildung dahingehend gestaltet werden, dass Studierende Verständnisse von Schüler*innen als komplex ansehen, *Learning Progressions* als Modelle nutzen und Schüler*innen nicht zwingend dichotom darin verorten. Zusätzlich benötigen die Studierenden Unterstützung bei dem Wechseln zwischen der allgemeinen Betrachtung vom Vorgehen einer *Learning Progression* und bestimmten themenspezifischen *Learning Progressions*, um Konsequenzen für den Unterricht abzuleiten (v. Aufschnaiter & Alonzo, 2018, S. 125).

3 Ziele, Fragestellungen und Hypothesen der Studie

Typischerweise wird zur Operationalisierung von diagnostischer Kompetenz auf die Genauigkeit diagnostischer Urteile fokussiert (u. a. Schrader, 2010; Südkamp et al., 2012). Gleichzeitig ist vergleichsweise wenig darüber bekannt, wie insbesondere bei Lehranfänger*innen diagnostische Prozesse gestaltet sind und wie diese während des Diagnostizierens Bezug auf (fach)didaktische Theorie und Empirie nehmen. Hierzu gibt es lediglich einige Erkenntnisse aus der Forschungsliteratur zum formativen Assessment bzw. dem Noticing (vgl. Kap. 2.7.3). Mit Blick auf das Kompetenzmodell von Blömeke et al. (2015) können in diesem Bereich besonders die situationsspezifischen Fähigkeiten von Lehrkräften beim Diagnostizieren für die Lehrerbildungsforschung von Interesse sein. Durch eine passende Nutzung von Theorie und Empirie können (angehende) Lehrkräfte die Qualität und die Aussagekraft ihrer Diagnosen verbessern, um eine angemessene Förderung ansetzen zu können, z. B. für differenziertere Deutungen (vgl. Kap. 2.3). Für die Lehrerbildung ist es deshalb essenziell, genauer zu erfassen, wo Studierende typische Schwierigkeiten beim Diagnostizieren und beim Umgang mit Theorie- und Empiriebezügen aufweisen, um bei der Lehrerausbildung optimal den Aufbau von diagnostischer Kompetenz in Zusammenhang mit der Nutzung von Theorie-/Empiriebezügen fördern zu können. Daher ist das Ziel dieser Arbeit, Struktur und Inhalt von Diagnoseprozessen von Studierenden des Lehramtes Physik zu untersuchen. Ein Schwerpunkt liegt dabei in der genaueren Betrachtung der Anwendung von (fach)didaktischer Theorie und Empirie (vgl. Kap. 2.3). In diesem Zuge liegt ein besonderer Fokus auf einer *Learning Progression* zum Themenfeld *Kraft und Bewegung* (s. a. Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018), da diese einen Schwerpunkt in der physikdidaktischen Ausbildung der untersuchten Studierenden ausmacht (vgl. Beschreibung der Stichprobe, Kap. 4.2). Eine Lehrveranstaltung zu Diagnostik hat sich für die Untersuchung angeboten, da der Lernprozess von Studierenden zu unterschiedlichen Zeitpunkten untersucht werden kann (Kompetenzentwicklung). Daraus können Erkenntnisse für fachdidaktische Forschung, aber auch für die Lehrerbildung gewonnen werden, wie welche Elemente der Veranstaltung einen Einfluss auf den Lernprozess haben, was wiederum zu einer verbesserten Lehre führen kann.

Die Forschungsfragen gliedern sich in drei Fragenkomplexe auf, die unterschiedliche Aspekte der Diagnoseprozesse bzw. der Theorie- und Empiriebezüge adressieren: (1) *Komponenten von Diagnoseprozessen* (vgl. Kap. 2.2.3), (2) *Theorie- und Empiriebezüge allgemein* (vgl. Kap. 2.3), (3) *Schülervorstellungen und Learning Progressions als exemplarischer Theorie-/Empiriebezug* (vgl. Kap. 2.3). Hypothesen wurden immer dann formuliert, wenn sich diese aus dem beschriebenen Stand der Forschung ableiten ließen.

Fragenkomplex 1: Auftreten und inhaltliche Aspekte der Komponenten im Diagnoseprozess der Studierenden

Aus verschiedenen Studien ist bekannt, dass Noviz*innen (Lehramtsstudierende und Lehraufänger*innen) beim Analysieren von Schüler*innen und deren Produkten eher auf Beschreibung- bzw. Sichtecken verbleiben (u. a. Plöger et al., 2015; Seidel & Prenzel, 2008) sowie Schwierigkeiten beim Durchdringen und Deuten von Vorstellungen und Verständnissen von Schüler*innen haben (u. a. Gotwals & Birmingham, 2016; Kang & Anderson, 2015). Dem gegenüber stehen Befunde, nach denen Studierende in ihrem Diagnoseprozess hauptsächlich beobachten und deuten und diese Deutungen nur wenig mit konkreten Situationsbeschreibungen belegen (vgl. Beretz, 2021; Beretz et al., 2017; vgl. Kap. 2.7.1). Vor diesem Hintergrund ist im Rahmen der Studie von besonderem Interesse, welche Komponenten (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz) im Diagnoseprozess von Lehramtsstudierenden auftreten und ob sich im Laufe der Zeit bei einem anzunehmenden Kompetenzzuwachs das relative Auftreten bestimmter Komponenten verändert. Des Weiteren ist weitestgehend unklar, unter welchen Umständen Studierende die jeweiligen Komponenten nutzen – also, ob z. B. die Aufgabenformate, die die Studierenden im Rahmen der Diagnoseanlässe bearbeiten, einen Einfluss auf das Auftreten der Komponenten haben oder, ob vorherige Betonungen bestimmter Aspekte des Diagnoseprozesses das Auftreten beeinflussen. Da auch die Umstände einen Einfluss auf den Diagnoseprozess haben können, ist eine Untersuchung zum situationsbedingten Auftreten der Komponenten ebenfalls von Interesse. Zu dem Auftreten der Komponenten im Diagnoseprozess der Lehramtsstudierenden leiten sich daraus folgende Fragen ab:

F1.1 Wie häufig treten Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen im Diagnoseprozess der Studierenden (im Verhältnis zueinander)...

(a)...im Mittel auf?

(b)...für verschiedene Studierende zum gleichen Diagnoseanlass auf?

(c)...für einzelne Studierende zu unterschiedlichen Diagnoseanlässen auf?

H1.1 In den Diagnoseprozessen finden sich überproportional viele Beobachtungen sowie Deutungen, jedoch relativ wenige Ursachen und Konsequenzen (ähnlicher Befund bei Beretz, 2021).

F1.1.1 Wie unterscheidet sich das Auftreten der einzelnen Komponenten zu unterschiedlichen Zeitpunkten...

(a)...im Mittel?

(b)...für einzelne Studierende?

H1.1.1 Im zeitlichen Verlauf nimmt der relative Anteil der Ursachen und der Ableitung von Konsequenzen zu. Dies ist zu erwarten, da im untersuchten Seminar explizite Instruktionen zum Diagnostizieren gegeben werden und Übungsmöglichkeiten vorhanden sind. Befunde weisen darauf hin, dass dies die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass ein Kompetenzaufbau stattfindet (u. a. Vorholzer, 2016).

F1.1.2 Unter welchen Umständen (z. B. unterschiedliche Aufgabenformate für Studierende) treten bestimmte Komponenten (auch in Relation zu anderen Komponenten) im Diagnoseprozess der Studierenden auf?

Während viele Studien zur Diagnostik von (angehenden) Lehrkräften die Urteilsgenauigkeit (u. a. Südkamp et al., 2012) oder die Struktur des Diagnoseprozesses untersuchen (u. a. Klug et al., 2013), scheint der konkrete Inhalt beim Diagnostizieren von Lehramtsstudierenden noch wenig beforscht. Um den Diagnoseprozess von (angehenden) Lehrkräften besser verstehen zu können, scheint es jedoch fruchtbar auch die inhaltlichen Aspekte einer Diagnostik zu untersuchen. Besonders im Sinne einer Förderdiagnostik ist es wichtig, dass (angehende) Lehrkräfte eine Förderung aus ihrem Diagnoseprozess ableiten, die inhaltlich an vorher diagnostiziertem Verhalten, Vorstellungen und am Verständnis der Schüler*innen ansetzt.

Hierzu ist zuerst von Interesse was von den Studierenden beim Analysieren von Schüler*innen und deren Produkten, je nach Diagnoseanlass, fokussiert wird. Fokusse könnten beispielsweise die Schüler*innen an sich oder die von ihnen bearbeiteten Aufgaben sein, wie es im Sinne einer Diagnostik operationalisiert wurde (vgl. Kap. 2). Es könnte jedoch auch sein, dass etwas Anderes thematisiert wird und z. B. ähnlich wie beim *Noticing* (vgl. Kap. 2.6.2) unterschiedliche Fokusse vorhanden sein können, wie beispielsweise das Handeln der Lehrkraft. Von Bedeutung sind auch Kompetenzaspekte der Schüler*innen, die die Studierenden ansprechen, wie z. B. fachliche Kompetenzen oder Motivation, die bei den Schüler*innen vorhanden sind bzw. fehlen oder die durch eine Aufgabe angesprochen bzw. nicht angesprochen werden.

Wie schon in Kapitel 2.4 thematisiert, ist es denkbar, dass sich Diagnoseprozesse in ihrer Qualität unterscheiden können. Zu erwarten ist, dass sich dies in unterschiedlichen Äußerungen der untersuchten Studierenden in ihren Diagnoseprozessen zeigt. Ein Merkmal, das hilfreich sein kann Qualität zu identifizieren, ist der Grad der *Differenziertheit*, mit dem die Studierenden diagnostizieren. Je differenzierter die Studierenden diagnostizieren, desto präziser kann später auch eine Förderung für Schüler*innen gestaltet werden (vgl. Kap. 2.4). Ein weiteres Merkmal stellt die *Kompetenzorientierung* dar. So ist davon auszugehen, dass eine Förderung besser gestaltet werden kann, wenn die Studierenden in der Diagnostik vorhandene bzw. ausbaufähige Kompetenzen ansprechen, an die man in der Förderung ansetzen kann, bzw. Kompetenzen, die (noch) nicht vorhanden sind und deshalb durch eine gezielte Förderung aufgebaut werden müssen. Im Kontrast dazu stehen Diagnostiken in denen defizitorientiert Kompetenzen angesprochen werden, die bei den Schüler*innen nicht angemessen

ausgebaut sind, undifferenziert als *falsch* eingestuft werden und auf deren Grundlage man nur schwierig eine Förderung aufbauen kann (vgl. Kap. 2.4). Ein Qualitätsmerkmal kann ebenfalls sein, dass man zwischen alternativen Komponenten, also z. B. zwischen alternativen Deutungen oder alternativen Ursachen, die sich jeweils im Inhalt unterscheiden, abwägt, sofern die analysierte Situation bzw. das analysierte Produkt dies zulassen (vgl. Kap. 2.4).

Zusätzlich kann es einen Mehrwert haben, wenn die auftretenden Komponenten (s. a. F1.1) inhaltlich miteinander verbunden und nicht unabhängig voneinander mit Inhalt gefüllt werden, also eine inhaltliche Kohärenz im Diagnoseprozess besteht. So sind z. B. Deutungen, die mit einer oder mehreren Beobachtungen gestützt werden oder Konsequenzen, die auf Deutungen und Ursachen basieren, wesentlich fundierter als solche, die von anderen Komponenten völlig abgekoppelt sind. Untersuchungen zeigen jedoch, dass Studierende in ihrem Diagnoseprozess Komponenten oft isoliert voneinander mit Inhalt füllen. Eine inhaltliche Verbindung der Komponenten kann oft nicht identifiziert werden. So werden beispielsweise die überproportional auftretenden Deutungen nur wenig mit Beobachtungen belegt (Beretz, 2021).

Daraus leiten sich folgende Fragen zum Inhalt der Komponenten ab:

F1.2 Inwiefern unterscheiden sich die in den Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen explizierten Inhalte für...

(a)...verschiedene Studierende zum gleichen Diagnoseanlass?

(b)...einzelne Studierende zu unterschiedlichen Diagnoseanlässen?

F1.2 leitet sich aus dem dargestellten Stand der Forschung ab, kann in dieser Studie aber nur oberflächlich behandelt werden. Basierend darauf leiten sich auch noch weitere Forschungsfragen logisch ab (F1.2.1 und F1.2.2), die hier in Grau mit aufgeführt werden. Im Rahmen der Studie werden diese jedoch nicht weiterverfolgt.

F1.2.1 Folgen die Diagnoseprozesse der Studierenden einem inhaltlichen roten Faden oder zerfallen sie in einzelne, unverbundene Teilaspekte (z. B. Diskussionen von Deutungen losgelöst von zuvor oder danach geäußerten Beobachtungen)?

F1.2.2 Inwiefern entwickelt sich die inhaltliche Kohärenz der Diagnoseprozesse im Laufe der Zeit?

Fragenkomplex 2: Theorie- und Empiriebezüge im Diagnoseprozess der Studierenden

In Diagnoseprozessen benötigen (angehende) Lehrkräfte Ressourcen, insbesondere Modelle und Kenntnisse, mit deren Hilfe sie zielgerichtet und differenziert diagnostizieren können. Dies sind z. B. Modelle zu fachbezogenen Lernprozessen sowie Kenntnisse über die Vorstellungen und das Verständnis von Schüler*innen (u. a. Alonzo, 2018). Ähnliche Überlegungen finden sich hauptsächlich in der Forschungsliteratur zum formativen Assessment oder zum *Noticing*. So betonen z. B. van Es & Sherin (2002) in diesem Zusammenhang, dass Lehrkräfte neben Fachwissen und Wissen über den Kontext der Situation auch „knowledge of how students think of the subject matter“ (S. 574) aufweisen müssen. Rath (2017) identifiziert einen „Theoriebezug“ (S. 171) sogar als Qualitätsmerkmal beim Diagnostizieren. Es gibt Hinweise darauf, dass sich Studierende beim Diagnostizieren eher wenig und unsystematisch auf Theorie und Empirie beziehen (Beretz, 2021). Unterschiedliche Studien zeigen außerdem, dass Lehrkräfte und insbesondere Studierende Schülerverständnis dichotomisieren, also als in *falsch* oder *richtig* einordnen (u. a. Otero, 2006; Gotwals, 2018; Gotwals & Birmingham, 2016) – auch dann, wenn sie auf fachdidaktische Theorien oder Empirie (z. B. *Learning Progressions*) zurückgreifen (u. a. Jin, Shin, Johnson, Kim & Anderson, 2015) und diese für eine differenziertere Diagnostik nutzen könnten (s. a. Kap. 2.7.3). Bisher ist weitgehend unklar, unter welchen Umständen Lehramtsstudierende Bezüge zu Theorie und Empirie herstellen und wann sie ausschließlich Bezüge zu ihren eigenen Erfahrungen (z. B. aus selbst erlebtem Unterricht) herstellen oder auch gar keine Theorie/Empirie nutzen. So ist es denkbar, dass die Adressierung bestimmter Theorien oder bestimmter empirischer Befunde im beforschten Seminar auch das Auftreten der Theorie- und Empiriebezüge beeinflusst. Zusätzlich könnten auch die Aufgabenformate, in denen die Diagnoseanlässe eingebettet sind, das Auftreten beeinflussen. Weiterhin ist zu vermuten, dass unterschiedliche Schülervorstellungen, die im zum diagnostizierenden Material identifizierbar sind, einen Einfluss darauf haben und auch das Verhalten der Schüler*innen eine Rolle spielt. Somit ergeben sich zunächst für die Theorie- und Empiriebezüge folgende Fragestellungen:

- F2.1** Welche Theorie- und Empiriebezüge lassen sich im Diagnoseprozess der Studierenden identifizieren?
- F2.2** Welche Bezüge lassen sich neben Theorie- und Empiriebezügen identifizieren?
- F2.3** Unter welchen Umständen werden Theorie- und Empiriebezüge von Studierenden im Diagnoseprozess genutzt?
- F2.4** Wie verändert sich die Nutzung der Theorie- und Empiriebezüge der Studierenden im Laufe der Zeit?

Fragenkomplex 3: Nutzung von Schülervorstellungen und Learning Progressions im Diagnoseprozess der Studierenden

Das Potential von *Learning Progressions* für den Diagnoseprozess von (angehenden) Lehrkräften ist die starke Ausrichtung auf das fachliche Lernen von Schüler*innen. *Learning Progressions* zeigen dabei nicht nur fachlich angemessene Vorstellungen im Lernverlauf der Schüler*innen, sondern auch Vorstellungen, die aus fachlicher Sicht nicht angemessen sind. Dies ermöglicht (angehenden) Lehrkräften einen differenzierte(re)n Zugang zum Verständnis der Schüler*innen. Zusätzlich bietet dies Anschlussmöglichkeiten, um Schüler*innen angemessen fördern zu können, was wiederum das primäre Handlungsfeld von Fachlehrkräften darstellt und ihnen die Unterstützung des fachbezogenen Kompetenzaufbaus von Schüler*innen ermöglicht (s. a. Kap. 2.3.1).

(Angehende) Lehrkräfte scheinen auch mit *Learning Progressions* Schwierigkeiten zu haben, Schülerverständnis differenziert zu erfassen. Sie tendieren dazu, es zu dichotomisieren oder Schüler*innen lediglich auf einer Ebene einer *Learning Progression* zu verorten (u. a. Furtak 2012; Gotwals, 2018; Jin et al., 2015). Allgemein gibt es Hinweise darauf, dass *Learning Progressions* von (angehenden) Lehrkräften unterschiedlich zum Diagnostizieren genutzt werden. So weisen Studien z. B. darauf hin, dass sie teilweise als *Content Progression* (vgl. Kap. 2.3.1) wahrgenommen werden (Zhai et al., 2018) oder unterschiedliche Lehrkräfte beim Analysieren des gleichen Materials Schüler*innen entweder auf einer Ebene einer *Learning Progression* verorten oder deren Verständnis über mehrere Ebenen verteilen (u. a. Alonzo & Elby, 2019). Da eine relativ genaue und differenzierte Analyse des Verständnisses von Schüler*innen beim Diagnostizieren nötig ist, um angemessen fördern zu können (siehe Kap. 2.4), ist von besonderem Interesse, wie Studierende *Learning Progressions* hierfür nutzen und wann sie damit differenziert diagnostizieren. Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- F3.1** Inwiefern nutzen Studierende *Learning Progressions*, um die Vorstellungen/das Verständnis von Schüler*innen (differenzierter) zu diagnostizieren?
- F3.2** Unter welchen Umständen nutzen Studierende *Learning Progressions*, um die Vorstellungen/das Verständnis von Schüler*innen zu durchdringen?
- F3.3** Inwiefern ändert sich die Nutzung von *Learning Progressions* im Diagnoseprozess der Studierenden im Laufe der Zeit?

4 Daten und Auswertung

Im folgenden Kapitel wird beschrieben, wie und in welchem Rahmen die Daten für die Studie erhoben wurden und welche Daten der Studie zu Grunde liegen (Abschnitte 4.1 und 4.2). Zusätzlich wird in dem Kapitel thematisiert, welche Methoden für die Auswertung genutzt wurden (Abschnitt 4.3).

4.1 Datenerhebung

4.1.1 Kontext der Datenerhebung

Die Datenerhebung fand im Rahmen eines Seminars zum Thema Diagnostik am Institut für Didaktik der Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen statt. Das Diagnostikseminar *D02-1: Lernen von Physik* wird im Folgenden genauer beschrieben. Das Seminar ist in das Modul *D02: Lernen und Lehren im Physikunterricht* eingebettet und wird von Lehramtsstudierenden mit dem Fach Physik entweder im dritten Fachsemester (Lehramt an Haupt- und Realschulen oder Lehramt an Förderschulen) oder im fünften Fachsemester besucht (Lehramt an Gymnasien oder Master *berufliche und betriebliche Bildung*). Die Seminarteilnehmer*innen haben in der Regel zuvor eine einjährige Einführungsveranstaltung in die Fachdidaktik Physik besucht (*D01: Einführung in die Fachdidaktik Physik*¹⁶). Die physikdidaktische Ausbildung ist für alle Lehrämter identisch, umfasst jedoch punktuell in einzelnen Sitzungen binnendifferenzierende Arbeitsaufträge.

Das Seminar *D02-1* adressiert das Vorgehen während des Diagnostizierens, die Unterscheidung von Diagnosearten und theoretische Modelle („Kriterien“) für die strukturierte Diagnose. Es wird u. a. der in Kapitel 2.2.3 thematisierte Diagnoseprozess den Studierenden vorgestellt und die Arbeitsaufträge für die Studierenden an den jeweiligen Komponenten orientiert. Dabei sind die Arbeitsaufträge insbesondere zu Anfang des Seminars so angelegt, dass Studierende die Möglichkeit haben, ihre Diagnostik sukzessive entlang der Komponenten aufbauen zu können. Die eher theoretisch angelegten Elemente der Lehrveranstaltung werden eng mit der Analyse von Arbeitsprodukten und videografierten Arbeitsprozessen von Schüler*innen verbunden. Neben Informationen, die die Studierenden durch die Dozentin vortragsartig erhalten, beinhaltet das Seminar auch viele Arbeitsphasen, in denen die Studierenden selbstständig arbeiten. In diesen Arbeitsphasen werden von den Studierenden verschiedene Arten von Aufgaben bearbeitet. Es gibt fachliche sowie fachdidaktische Aufgaben, die zwar überwiegend auf Diagnostik ausgerichtet sind, aber nicht das Diagnostizieren selbst adressieren. Diagnostische Aufgaben umfassen einerseits die Analyse von Arbeitsprodukten von Schüler*innen. Andererseits werden darin aber auch videografierte Arbeitsprozesse von Schüler*innen und zugehörige Transkripte analysiert. Arbeitsprodukte, videografierte Ar-

¹⁶ Modulbeschreibungen in den jeweiligen Studien- und Prüfungsordnungen unter https://www.uni-giessen.de/mug/7/pdf/7_80/7_83/Anlage2/Module/physik/7_83_00_18ae_Mod_Phys [Abgerufen am 04.01.2021]

beitsprozesse und zugehörige Transkripte werden im Folgenden zusammen als *Vignetten* bezeichnet (vgl. v. Aufschnaiter, Selter & Michaelis, 2017). In den meisten Fällen arbeiten die Studierenden für die Analyse in Paaren.

Das Seminar stellt keine Lernumgebung dar, die im Zuge der Studie extra entwickelt wurde – allerdings wurden einzelne Arbeitsaufträge bzw. Arbeitsblätter so abgeändert, dass sie sich im Rahmen der Studie besser auswerten lassen. Der inhaltliche Aufbau des Seminars ist in Tabelle 6 dargestellt¹⁷. Der übersichtshalber wurden ausschließlich Inhalte und Aufgaben berücksichtigt, die für die Veranstaltung zentral sind. Insgesamt handelt es sich um 15 Sitzungen, die alle jeweils 90 Minuten dauern.

Tab. 6: *Inhaltlicher Aufbau des Seminars D02-1 mit zentralen Inhalten und Themen zu den jeweiligen Sitzungen*

Sitzung	Inhalt	Thema
1	- Studierende: Bearbeitung von fachlichen Aufgaben zur Translation (Kraft und Bewegung), Klärung der fachlich angemessenen Lösung, Notieren zentraler fachlicher Konzepte - Studierende: Rekonstruktion der in verschiedenen Schüleraussagen deutlich werdenden Vorstellungen über den Zusammenhang von Kraft und Bewegung - Hausaufgaben für Studierende: Bearbeitung eines mit inhaltlichen Lücken gesetzten obersten Niveaus einer <i>Learning Progression</i> zu Kraft und Bewegung (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018)	Mechanik: Translation
2	- Studierende: Gruppierung von Vorstellungen mit Blick auf einen Fortschritt im Verständnis - Dozentin: Einführung in eine <i>Learning Progression</i> zu Kraft und Bewegung (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) - Dozentin: Einführung in Komponenten des Diagnoseprozesses – Beobachtung, Deutung, Ursache	
3	- Studierende: Videoanalyse von 2 Interviews mit Schüler*innen zum Themenfeld Kraft und Bewegung mit Hilfe der <i>Learning Progression</i> zu Kraft und Bewegung (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) - Dozentin: Thematisierung aller Komponenten des Diagnoseprozesses - Dozentin: Einführung der Diagnosearten Status- und Prozessdiagnostik (v. Aufschnaiter et al., 2015) - Hausaufgaben für Studierende: Angestrebte Konzepte zu einer Lerneinheit zu elektrischen Stromkreisen erfassen, Schülervorstellungen zu elektrischen Stromkreisen wiederholen	

¹⁷ Die in Tab. 6 dargestellten Inhalte basieren auf der Seminargestaltung in der Haupterhebung der Studie.

Sitzung	Inhalt	Thema
4	- Studierende: Vergleichen der Hausaufgaben mit anderen Studierenden - Dozentin: Erfassen und Rekonstruieren von Kenntnissen und Schwierigkeiten von Schüler*innen - Studierende: Videoanalyse von Schüler*innen, die eine Lerneinheit zu elektrischen Stromkreisen bearbeiten - Hausaufgaben für Studierende: Notieren zentraler Konzepte zu Reihen- und Parallelstromkreisen	Elektrizitätslehre: Elektrische Stromkreise
5	- Studierende: Videoanalyse von (anderen) Schüler*innen, die eine Lerneinheit zu elektrischen Stromkreisen bearbeiten - Dozentin: Einführung von Fällen und Konzepten (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) - Studierende: Analyse von verschiedenen Fällen und Konzepten, um Förderpotential zu verbessern; Zuordnung von Komponenten des Diagnoseprozesses an Schüleraussagen - Hausaufgabe für Studierende: Konzepte in Transkript (Äußerungen von Schüler*innen zu Stromkreisen) markieren	
6	- Dozentin: Einführung in phänomen- und modellbasierte Konzepte (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) - Studierende: Videoanalyse von (anderen) Schüler*innen, die eine Lerneinheit zu elektrischen Stromkreisen bearbeiten; Herausarbeiten von Unterschieden zu Schüler*innen in vorherigen Videos - Dozentin: Einführung von Kriterien für Diagnostik: Fachliche Kenntnisse, Konzeptualisierungsniveaus (Konzept vs. Phänomen), Erfahrungsbezug, Erleben, überfachliche Kriterien, Heterogenität - Hausaufgabe für Studierende: Anforderungsanalyse eines Zeitungsartikels „Die Sehnsucht des Elektrons“	
7	- Dozentin: Wiederholung von phänomen- und modellbasierten Konzepten (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) - Studierende: Austausch über die Anforderungsanalyse mit anderen Studierenden - Dozentin: Mögliche Lösungen für Anforderungsanalyse	
	- Studierende: Formulieren von phänomen- und modellbasierten Konzepten zu Schneemannaufgabe (Schmilzt der Schneemann mit oder ohne Jacke zuerst?) - Hausaufgabe für Studierende: Klärung fachlicher Zusammenhänge zu Thermometer und Temperatur bzw. zu Wärmeübertragung	Wärmelehre: 0. Hauptsatz der Thermodynamik

Sitzung	Inhalt	Thema
8	- Studierende: Überprüfung der Klärung fachlicher Zusammenhänge (Hausaufgabe aus Sitzung 7) - Dozentin: Definition <i>Klärung fachlicher Zusammenhänge</i> - Dozentin: Phänomen- und modellbasierte Konzepte zum 0. Hauptsatz der Thermodynamik - Studierende: Analyse von Schülervorstellungen zum 0. Hauptsatz der Thermodynamik, insbesondere Suche nach Ursachen - Hausaufgabe für Studierende: Transkriptanalyse eines Gesprächs zwischen Schüler*inne zu Wärmeübertragung	Wärmelehre: 0. Hauptsatz der Thermodynamik
9	- Dozentin: Einführung der Diagnoseart Verlaufsdiagnostik (v. Aufschnaiter et al., 2015) - Studierende: Videoanalyse von Schüler*innen, die eine Lerneinheit zum 0. Hauptsatz der Thermodynamik bearbeiten - Einführung von Konzeptualisierungsniveaus (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) - Dozentin: Zentrale Deutungen zur Videoanalyse	
10	- Dozentin: Aufbau von Unterricht – lernlogischer Aufbau abgeleitet aus fachlicher Perspektive und Schülerperspektive - Studierende: Sortierung von Schüleraussagen in phänomen- und modellbasierte Konzepte - Studierende: Videoanalyse, 0. Hauptsatz der Thermodynamik - Dozentin: Thematisierung der fünf Komponenten des Diagnoseprozesses am Beispiel der Videoanalyse	
11	- Studierende: Rekonstruktion von vier Diagnosearten mit einem Puzzle - Dozentin: Wiederholung von Diagnosearten, Diagnoseprozess und Kriterien für Diagnostik - Studierende: Prozessdiagnostik an Transkript (Schüler*in aus Videoanalyse Sitzung 3, Mechanik), anschließende Überprüfung der Kriterien - Studierende: Diskussion, wie man Lehrkräften die Nutzung von <i>Learning Progression</i> erklären könnte - Studierende: Analyse von Verständnissen zum Modell der Erde mit dargestelltem Lernfortschritt (angelehnt an Baxter, 1998; Nussbaum, 1985) - Dozentin: Wiederholung zu <i>Learning Progressions</i> mit Bezug auf das Modell der Erde mit dargestelltem Lernfortschritt - Studierende: Transkriptanalyse (Schüler*in aus Videoanalyse Sitzung 3, Mechanik) mit <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> - Hausaufgabe für Studierende: Klärung fachlicher Zusammenhänge zum Themenfeld Kreisbewegungen	Mechanik: Translation; Astronomie: Modell der Erde

Sitzung	Inhalt	Thema
12	- Studierende: Konsequenzen für Schüler*in aus Transkriptanalyse (bzw. aus Videoanalyse Sitzung 3, Mechanik) mit Hilfe der Learning Progression zu Kraft und Bewegung ableiten - Dozentin: Stufen im Lernen und Lehren, Lernverläufe, Wiederholung Kompetenzerleben (v. Aufschnaiter & v. Aufschnaiter, 2001), Kriterien für Diagnostik - Dozentin: Förderung im Zusammenhang mit dem Diagnoseprozess - Studierende: Überprüfung der Klärung fachlicher Zusammenhänge zu Rotation - Dozentin: Planen von Unterricht mit Fach- und Schülerperspektive - Hausaufgabe für Studierende: Planung einer Unterrichtseinheit zu Rotation	Mechanik: Rotation
13	- Studierende: Überprüfung der Unterrichtsplanung zu Rotation - Studierende: Bearbeitung fachlicher Aufgaben zu Rotation - Studierende: Video-, Transkript- und Aufgabenanalyse eines Unterrichts zum Thema Rotation	
14	Studierende: Wiederholung aller Kursinhalte	
15	- Dozentin: Wiederholung Diagnosearten (v. Aufschnaiter et al., 2015) - Dozentin: Top-down und bottom-up Instruktionen - Studierende: Analyse des Diagnoseprozesses von anderen Studierenden	

Anmerkung: Fett gedruckte Sitzungsnummern entsprechen Sitzungen, in denen Daten erhoben wurden (vgl. Kap 4.1.3).

Einzelne Aufgaben werden an dieser Stelle nicht detailliert beschrieben. Die Aufgaben, die für die Studie relevant sind, werden bei der Darstellung der Ergebnisse in Kapitel 5 genauer beschrieben, um die Ergebnisse besser einordnen zu können. Darin ist u. a. ersichtlich mit welchen Vignetten die Studierenden in den jeweiligen Aufgaben gearbeitet haben und wie die Aufgabenstellungen im Wortlaut sind.

4.1.2 Erhebungsinstrumente

Für die Datenerhebung kamen verschiedene Erhebungsinstrumente zum Einsatz. Zum einen wurden die Studierenden beim Bearbeiten von Aufgaben auf Video aufgezeichnet. Zusätzlich wurden Aufgaben von den Studierenden zum Teil auch schriftlich bearbeitet. Dies wird im Folgenden *schriftliche Aufzeichnungen* genannt. Außerdem wurden mit einem Fragebogen soziodemografische Daten der Studierenden erhoben.

Videoaufzeichnungen der Studierenden

Die Studierenden wurden im Seminar in 2er-Teams beim Bearbeiten von Diagnoseaufgaben auf Video aufgezeichnet (siehe Abb. 15 und 16). Hierzu wurden immer komplette Seminartermine von Anfang bis Ende, also 90 Minuten, aufgezeichnet – auch dann, wenn die Situationen, die für die Datenerhebung von Interesse waren, nicht über die gesamte Sitzung gingen. So wurden die Bearbeitungsprozesse in den Seminarsitzungen durch Auf- und Abbau bzw. Ein- und Ausschalten der Kameras nicht gestört.

Die Videoaufzeichnungen bieten Einblicke in die Bearbeitungsprozesse der Studierenden und haben damit den Vorteil, dass nicht nur die entstehenden (schriftlichen) Produkte erfasst werden, sondern auch Diskussionen zwischen den Studierenden, Aushandlungsprozesse und Zwischenprodukte dokumentiert und analysiert werden können (dieses Vorgehen entspricht der *Prozessdiagnostik*, vgl. Kap. 2.1.3). Im Gegensatz zu alleinigen Tonaufnahmen bieten Videoaufzeichnungen u. a. den Vorteil, auch nonverbale Aktivitäten (z. B. Mimik, Gesten oder Schreiben) zu dokumentieren und eine deutlichere Unterscheidung zwischen verschiedenen Sprecher*innen zu ermöglichen (u. a. v. Aufschnaiter & Welzel, 2001).

Die Videodaten wurden in zwei verschiedenen Räumen erhoben. Für die Videoaufzeichnungen in Raum 1 wurden vier Kameras in den jeweiligen Ecken des Raumes fest installiert. Zusätzlich wurden bis zu vier weitere Kameras auf Stativen platziert, sodass mit acht Kameras aufgezeichnet werden konnten (vgl. Abb. 15). Für Sitzung 3 wurde ein extra für Videoanalysen ausgestatteter Computerraum (Raum 2) genutzt. In Raum 2 wurden bis zu acht Kameras auf Stativen installiert (vgl. Abb. 16). So konnten jeweils acht 2er-Gruppen, also insgesamt 16 Studierende, pro Sitzung aufgezeichnet werden (genau Datenbeschreibung in Kap. 4.2). Die Kameras waren dabei jeweils so positioniert, dass sie die Studierenden frontal schräg von oben filmten und so die Gestik der Studierenden sowie in Ansätzen auch die Tischoberflächen mit allen Materialien aufgezeichnet wurden. Für die Tonaufzeichnungen wurden externe Mikrofone entweder über den Köpfen der Studierenden (Raum 1) oder auf den Bildschirmen (Raum 2) angebracht. Zwar wurden dabei auch Nebengeräusche aufgezeichnet, das Gesprochene der beiden Personen ist aber klar und deutlich zu hören und hebt sich von den Nebengeräuschen deutlich ab. In der Regel nehmen mehr als 16 Studierende an dem Seminar teil und nicht alle Studierenden wollen auf Video aufgezeichnet werden. Aus diesem Grund gab es für weitere Studierende neben den Plätzen, die videografiert wurden, auch Sitzplätze an Tischen, die außerhalb des Sichtfelds der Kameras lagen.

In den Abbildungen 15 und 16 sind der Aufbau für die Videoaufzeichnungen (links) sowie exemplarische Ausschnitte aus den Videoaufnahmen (rechts) für beide Räume abgebildet. Die schwarzen Punkte stellen darin die Positionen der Kameras dar und die gestrichelten Linien den Ausschnitt, den sie filmen. Die weißen Rechtecke bilden die Arbeitsplätze (Tische) ab, an denen immer jeweils ein Team aus zwei Studierenden arbeitet, das mit Ton auf Video aufgezeichnet wurde. Die Mikrofone wurden in den Abbildungen nicht extra eingezeichnet. Graue Rechtecke stellen Arbeitsplätze dar, die nicht von Kameras gefilmt wurden

und an denen kein Ton aufgezeichnet wurde. Um einen besseren Überblick zu verschaffen, wurden die Kameras in den Abbildungen nummeriert. Die Kameras nehmen die Arbeitsplätze mit den jeweilig dazu passenden Nummern auf.

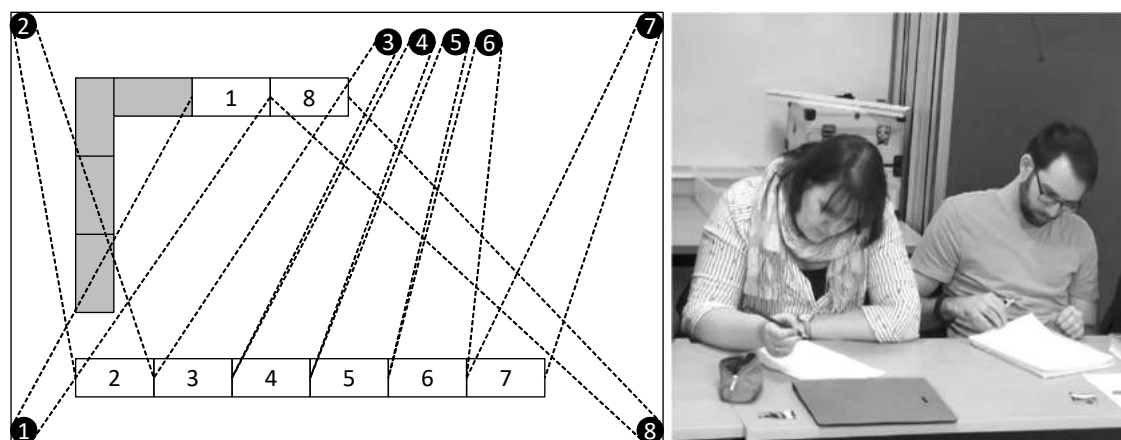


Abb. 15: Raum 1: Kamera- und Platzanordnung (links) sowie exemplarischer Ausschnitt aus den Videoaufzeichnungen (rechts)

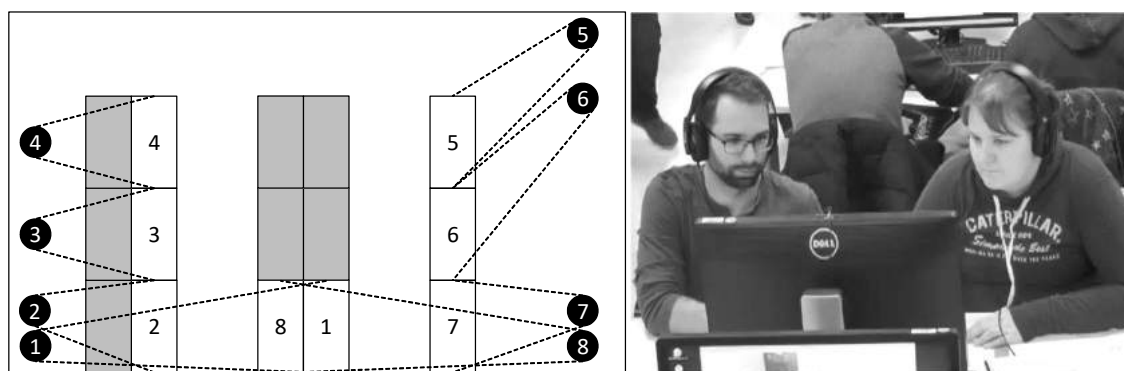


Abb. 16: Raum 2: Kamera- und Platzanordnung (links) sowie exemplarischer Ausschnitt aus den Videoaufzeichnungen (rechts)

Die Studierenden wurden vor dem Aufzeichnen der Videodaten gefragt, ob sie der Aufzeichnung grundsätzlich zustimmen. Nach dem Abschluss der Videoaufzeichnungen im jeweiligen Wintersemester wurden die Studierenden um schriftliches Einverständnis zur Weiterverarbeitung der Daten und der Datenauswertung gebeten. Dabei wurde zu beiden Zeitpunkten der Erfassung von Zustimmung/Einverständnis betont, dass eine Nichtteilnahme an der Studie keinerlei Nachteile mit sich bringt und die Löschung der Videodaten jederzeit gefordert werden kann. Die Teilnahme an der Studie basierte auf freiwilliger Basis. Ein Vorteil, z. B. eine finanzielle Entschädigung, wurde den Studierenden nicht in Aussicht gestellt. Außerdem wurde den Studierenden versichert, dass die Dozentin des Seminars keinen Einblick in die Videodaten erhalten würde, außer die Studierenden stimmten explizit zu, dass dies nach erfolgreichem Bestehen des Seminars bzw. des Studiums erfolgen darf. Die Einverständniserklärung, mit der das Einverständnis eingeholt wurde, befindet sich in Anhang A.

Schriftliche Aufzeichnungen

In der Studie wurden von den Studierenden verschiedene schriftliche Aufzeichnungen erhoben. Das sind z. B. ausgefüllte Arbeitsblätter mit Aufgabenstellungen, beschriftete Transkripte oder andere Produkte, die während dem Analysieren von Schüler*innen (z. B. in Videos, Transkripten, etc.) entstanden sind. Exemplarisch ist in Abb. 17 der Ausschnitt aus einer der bearbeiteten erhobenen schriftlichen Aufzeichnungen abgebildet. Es handelt sich dabei um den Auszug aus einem Transkript, das von einer Studierenden analysiert wurde.

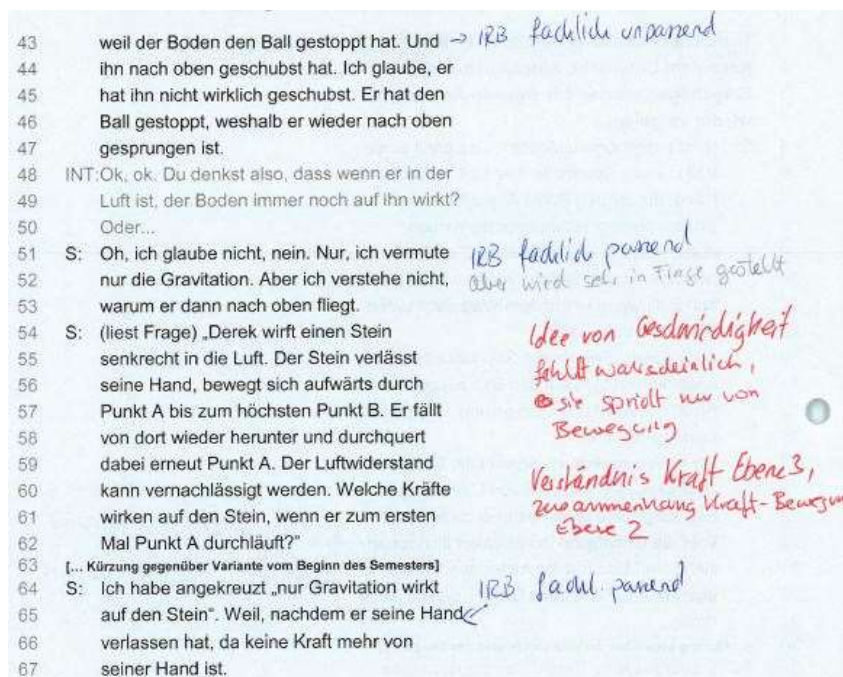


Abb. 17: Ausschnitt eines bearbeiteten Transkripts aus Sitzung 11

Alle schriftlichen Aufzeichnungen wurden, wie u. a. auch in Abbildung 17 zu erkennen ist, farbig eingescannt. Eine Ausnahme bilden die schriftlichen Aufzeichnungen zur Aufgabe Luftkissenbahn in der Einzelsitzung im Sommersemester, die von den Studierenden digital eingereicht wurden.

Das Einverständnis der Studierenden wurde auch beim Erheben der schriftlichen Aufzeichnungen eingeholt. Dabei konnten die Studierenden unabhängig von den Videoaufzeichnungen (und dem dortigen Einverständnis) entscheiden, ob sie die schriftlichen Aufzeichnungen für die Studie abgaben und einer Speicherung bzw. einer Auswertung zustimmten. Ähnlich wie bei den Videoaufzeichnungen, wurde auch hierbei zunächst eine grundsätzliche Bereitstellung der schriftlichen Aufzeichnungen eingeholt, indem die Studierenden einen individuellen Code auf den Aufzeichnungen notierten. Mit dem Ausfüllen der Einverständniserklärung wurde dann final das Einverständnis gegeben. Genauso wie bei der Einverständniserklärung für die Videoaufzeichnungen basierte die Teilnahme auf freiwilliger Basis. Bei einer Nichtteilnahme wurde den Studierenden versichert, dass daraus keine Nachteile folgen und

die Löschung der Daten konnte jederzeit gefordert werden. Ein Vorteil durch eine Teilnahme bestand ebenfalls nicht. Die Einverständniserklärung, mit der das Einverständnis eingeholt wurde, befindet sich in Anhang A.

Soziodemografischer Fragebogen

Für die Erhebung wurde ein soziodemografischer Fragebogen genutzt, um die Studierenden der Stichprobe genauer beschreiben zu können. Mit dem Fragebogen kann einerseits erörtert werden, ob es sich bei der Stichprobe um eine Personengruppe handelt, die typisch bzw. untypisch für Studierende des Lehramtes Physik ist. Andererseits bieten die erhobenen soziodemografischen Daten eine Möglichkeit ggf. die Ergebnisse der Studie bzw. das Diagnostizieren der Studierenden mit Personenmerkmalen in Verbindung zu bringen. Dazu wurde ein Fragebogen genommen, der bereits in anderen Arbeiten zu Diagnostik (Beretz, 2021) und Reflexion (Kost, 2020) genutzt wurde und dahingehend adaptiert, dass er zur Studie passt. Der Fragebogen erfasst neben der Angabe zum Geschlecht ausschließlich Angaben zur Ausbildung der Studierenden (z. B. Abiturnote) sowie Angaben zur schulischen Praxis (z. B. Unterrichten). Ein Überblick über die verschiedenen Fragen gibt Tabelle 7. Außerdem ist in Abbildung 18 exemplarisch eine Frage so abgebildet, wie sie im Fragebogen vorkommt. Der gesamte soziodemografische Fragebogen ist in Anhang B zu finden.

Tab. 7: Überblick über die Fragen des soziodemografischen Fragebogens

Fragenkomplex		Fragen
Angaben zur Ausbildung	Schule	• In welchem Jahr haben Sie Abitur gemacht? • Haben Sie Physik in (der Q-Phase) der Oberstufe belegt [Grundkurs/Leistungskurs]? • Abiturnote
	Studium	• Welche Unterrichtsfächer studieren Sie? • Im wievielten Fachsemester studieren Sie das jeweilige Fach? • Bisherige Durchschnittsnoten der jeweiligen Fächer und in der Fachdidaktik Physik • War der Studiengang Lehramt mit Fach Physik Ihr Erstwunsch? • Haben Sie schon einmal Ihren Studiengang oder ein Fach im Lehramtsstudiengang gewechselt? • Verfügen Sie schon über ein abgeschlossenes Hochschulstudium? • Verfügen Sie schon über eine Berufsausbildung?
Angaben zur schulischen Praxis	In Schule	• Haben Sie Außerhalb der verpflichtenden Praktika während des Studiums oder vor dem Studium an einer Schule unterrichtet?
	Außerhalb von Schule	• Haben Sie je Nachhilfe gegeben? • Haben Sie außerhalb von Schul- und Nachhilfeunterricht Erfahrung im erzieherischen/bildenden Umgang mit Kindern/Jugendlichen gemacht?

Haben Sie außerhalb von Schul- und Nachhilfeunterricht Erfahrungen im erzieherischen/bildenden Umgang mit Kindern/Jugendlichen gemacht? (Z. B. als Übungsleiter*in oder im FSJ.)

☐ Nein

☐ Ja, und zwar als _____

Abb. 18: Exemplarische Frage aus dem soziodemografischen Fragebogen

Analog zu den Videoaufzeichnungen und den schriftlichen Aufzeichnungen wurde das Einverständnis der Studierenden zum Erheben und Weiterverarbeiten der soziodemografischen Daten eingeholt. Die Studierenden konnten unabhängig der Teilnahme an den anderen Aufzeichnungen den soziodemografischen Fragebogen auf freiwilliger Basis ausfüllen oder auch Fragen auslassen. Bei einer Nichtteilnahme wurde den Studierenden versichert, dass daraus keine Nachteile folgen, eine Teilnahme aber auch keine Vorteile bietet. Die Löschung der Daten konnte jederzeit gefordert werden. Die Einverständniserklärung, mit der das Einverständnis eingeholt wurde, befindet sich in Anhang A.

4.1.3 Erhebungszeiträume

Die Datenerhebung fand im beschriebenen Seminar in drei aufeinander folgenden Wintersemestern in den Studienjahren 2017/18, 2018/19 und 2019/20 statt. Daten wurden in Sitzungen 1 – 3, 11 sowie 13 – 15 erhoben (fett gedruckte Sitzungsnummern in Tab. 6). Zusätzlich wurden z. T. Daten in zwei weiteren Sitzungen jeweils im anschließenden Seminar *D02-2: Physik lehren* erhoben. Die zugehörigen Sitzungstermine wurden genutzt, um Inhalte zu Diagnostik und Förderung aus dem vorherigen Seminar zu wiederholen und zu thematisieren, wie mit Hilfe von *Learning Progressions* Tests bzw. Instruktionen gestaltet werden können. Dazu wurde u. a. eine *Learning Progression* zu Materie (Neumann & Hadenfeldt, 2012) als weiteres Beispiel vorgestellt.

Die im Studienjahr 2017/18 aufgezeichneten Daten dienten als Grundlage für eine Pilotierung, um Methoden und Vorgehen zu erproben und ggf. abzuändern. Bei der Erhebung im Studienjahr 2018/19 handelt es sich um die Haupterhebung, in der der Großteil der ausgewerteten Daten erhoben wurde. Für diese Kohorte wurde neben den bereits beschriebenen Erhebungen im Rahmen des Moduls *D02* noch eine ergänzende Nacherhebung im Studienjahr 2019/20 durchgeführt, im Rahmen derer die Studierenden ein Transkript mit einem Gespräch zwischen vier Schüler*innen zum Thema Luftkissenbahn analysierten. Die dritte Kohorte (WS 19/20) wurde genutzt, um die Datenbasis zu verbreitern (Erweiterungserhebung). Ein Überblick über die Erhebungszeiträume gibt Tabelle 8.

Tab. 8: Erhebungszeiträume der Pilot-, Haupt- und Erweiterungserhebung

		Zeitraum					
		WS 17/18	SoSe 18	WS 18/19	SoSe 19	WS 19/20	SoSe 20
Erhebung	Pilot	Sitzungen 1 - 3, 11, 13, 14	2 Sitzungen				
	Haupt			Sitzungen 1 - 3, 11, 13 - 15	2 Sitzungen		1 Sitzung
	Erweiterung					Sitzungen 1 - 3, 11, 13, 14	

Vignetten, Aufgabenstellungen und Inhalte unterschieden sich in den drei Erhebungszeiträumen nur in Nuancen, weshalb der Aufbau und der Überblick der Seminarinhalte in Tabelle 6 stellvertretend für alle drei Erhebungszeiträume gilt. Dies ist lediglich für Sitzung 13 nicht der Fall. Sitzung 13 unterscheidet sich in der Pilotierung deutlich von den beiden anderen Erhebungen. Bei der Erprobung von Vignetten wurde in der Pilotierung festgestellt, dass sich das Themenfeld *Pendel*, welches ursprünglich Teil der Erhebung sein sollte, thematisch nur sehr begrenzt für die Analyse mit der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* eignet.

Aus diesem Grund wurden für die Haupterhebung in Sitzung 13 eine andere Vignette genutzt, die in Teilen neu entwickelt wurde und das Themenfeld *Rotation* abdeckt. Dies hatte auch Einfluss auf Sitzung 12, in der ursprünglich eine Unterrichtsplanung zum Themenfeld Pendel thematisiert werden sollte (siehe Hausaufgabe in Sitzung 12, Tab. 6).

Eine detailliertere Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Haupterhebung mit den verschiedenen Erhebungsinstrumenten ist in Abbildung 19 dargestellt¹⁸. Dabei sind nur Sitzungen aus dem Seminar berücksichtigt worden, in denen auch Daten erhoben wurden. In der Abbildung sind außerdem die einzelnen Aufgaben für jede Sitzung abgebildet. Die jeweiligen Sitzungen haben darin verschiedenen Umrandungen, um die fachlichen Themenfelder Translation und Rotation zu verdeutlichen.

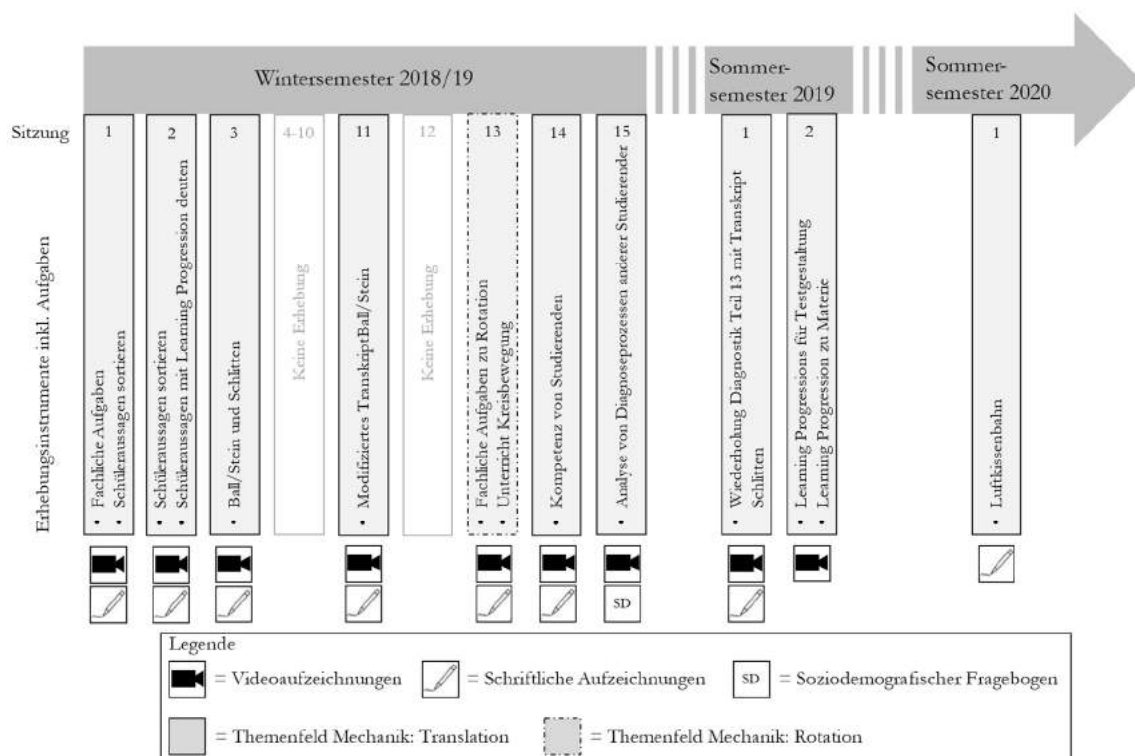


Abb. 19: Überblick über den zeitlichen Verlauf der Haupterhebung mit den verschiedenen Erhebungszeitpunkten und -instrumenten

4.2 Stichprobe

In den Erhebungszeiträumen wurden Daten von verschiedenen Studierenden aufgenommen, die im Folgenden dargelegt werden (vgl. Tab. 9). Dabei wird in die drei Erhebungszeiträume Pilot-, Haupt- und Erweiterungserhebung unterschieden. Außerdem wird dargelegt

¹⁸ Der übersichtlicher wird auch im Folgenden beim Beschreiben der Erhebung nur noch auf die Inhalte der Haupterhebung verwiesen, da sich diese inhaltlich von Pilot- und Nacherhebung nicht wesentlich unterscheiden. Erwähnenswerte Unterschiede zwischen den verschiedenen Erhebungen wurden oder werden ggf. erläutert.

wie viele Studierende insgesamt an der Studie teilgenommen haben und von wie vielen Studierenden die aufgezeichneten Daten ausgewertet werden können. Die Diskrepanz zwischen den insgesamt teilnehmenden und auswertbaren Studierenden rührt daher, dass in der Haupt- und Erweiterungserhebung einige Studierende nicht das Einverständnis für die Auswertung gaben oder die Studierenden nicht auf Video aufgezeichnet wurden und somit nur schriftliche Arbeitsprodukte vorliegen.

Tab. 9: Teilnehmende Studierende und davon Studierende mit auswertbaren Daten nach Erhebungszeiträumen geordnet

	Erhebung		
	Piloterhebung	Haupterhebung	Erweiterungserhebung
Studierende Insgesamt	$N_P = 13$	$N_H = 23$	$N_E = 24$
Davon auswertbar	$N_P = 13$	$N_H = 15$	$N_E = 8$

4.2.1 Ausgewählte Daten

Im Rahmen des Forschungsprojekts fand eine Datenerhebung statt, die mehr Daten generierte, als in dieser Arbeit ausgewertet werden können. Zusätzlich mussten Daten ausgeschlossen werden, die auf Grund von seminarbedingten Faktoren nicht oder nur bedingt für die Auswertung geeignet waren. Insbesondere eine inkonsistente Anwesenheit der Studierenden, z. B. durch krankheitsbedingtes Fehlen, und daraus resultierende sich ändernde Sitzkonstellationen, führten dazu, dass nur wenige Studierende in Paaren konsistent in allen relevanten Sitzungen (fast) vollständig aufgezeichnet werden konnten. Es wurde darauf geachtet Studierende auszuwerten, die über mehrere Sitzungen hinweg konsistent in Paaren miteinander arbeiteten. Außerdem gaben nicht alle Studierenden ihr Einverständnis für die Datenauswertung, was dazu führte, dass auch die Auswertung der jeweiligen Partner*innen nicht möglich war.

Die Sitzungen für die Datenerhebung wurden ausgewählt, da in diesen der Diagnoseprozess und *Learning Progressions* Gegenstand waren (vgl. Kap. 4.1.3). Für die Datenauswertung wurden Daten zu einigen Sitzungen ausgeschlossen, z. B. Sitzung 15, weil eine Analyse dieser nicht oder nur sehr begrenzt zum Beantworten der Forschungsfragen beitragen würden. Außerdem wurden immer nur vereinzelte Abschnitte der Sitzungen zur Datenanalyse herangezogen. D. h., dass Daten aus Sitzungen ausgewählt wurden, bei denen die Studierenden mit Hilfe von *Learning Progressions* diagnostizieren konnten und nicht das komplette Datenmaterial berücksichtigt wurde. Außerdem wurden Videodaten ausgeschlossen, wenn diese aus technischen Gründen nicht zu analysieren waren, z. B., weil die Tonspur beschädigt war.

Aus dieser Datenreduktion ergibt sich für die Auswertung zuerst eine Fokussierung auf die Daten, welche in den Sitzungen 3, 11 und 13 erhoben wurden. Zusätzlich wurden Daten aus dem Sommersemester 2020 zur Aufgabe Luftkissenbahn ausgewertet. Die ausgewählten Sitzungen eignen sich besonders für die Datenauswertung, da die Studierenden die Möglichkeit

haben ähnliche Sachverhalte zur Mechanik zu analysieren. In Sitzung 3 lernen die Studierenden den Diagnoseprozess mit seinen fünf Komponenten kennen und sollen erstmals eine *Learning Progression* nutzen. In Sitzung 11 sollen sie dies wieder für die Analyse eines leicht abgeänderten Transkripts nutzen. Sitzung 13 eignet sich für die Auswertung, da die Studierenden hier die Möglichkeit haben, alle Theorie- und Empiriebezüge zu nutzen, die sie im Seminar kennengelernt haben. Zusätzlich haben sie die Möglichkeit, einen ganzen Unterricht zu analysieren. Die Daten aus dem Sommersemester 2020 eignen sich, um erneut einen Einblick in den gesamten Diagnoseprozess der Studierenden mit allen potenziellen Theorie- und Empiriebezügen aus dem Seminar geben könnten. Welche Sitzungen für die Datenauswertung herangezogen wurden, ist für die Haupterhebung noch einmal mit Hervorhebungen in Abbildung 20 dargestellt.

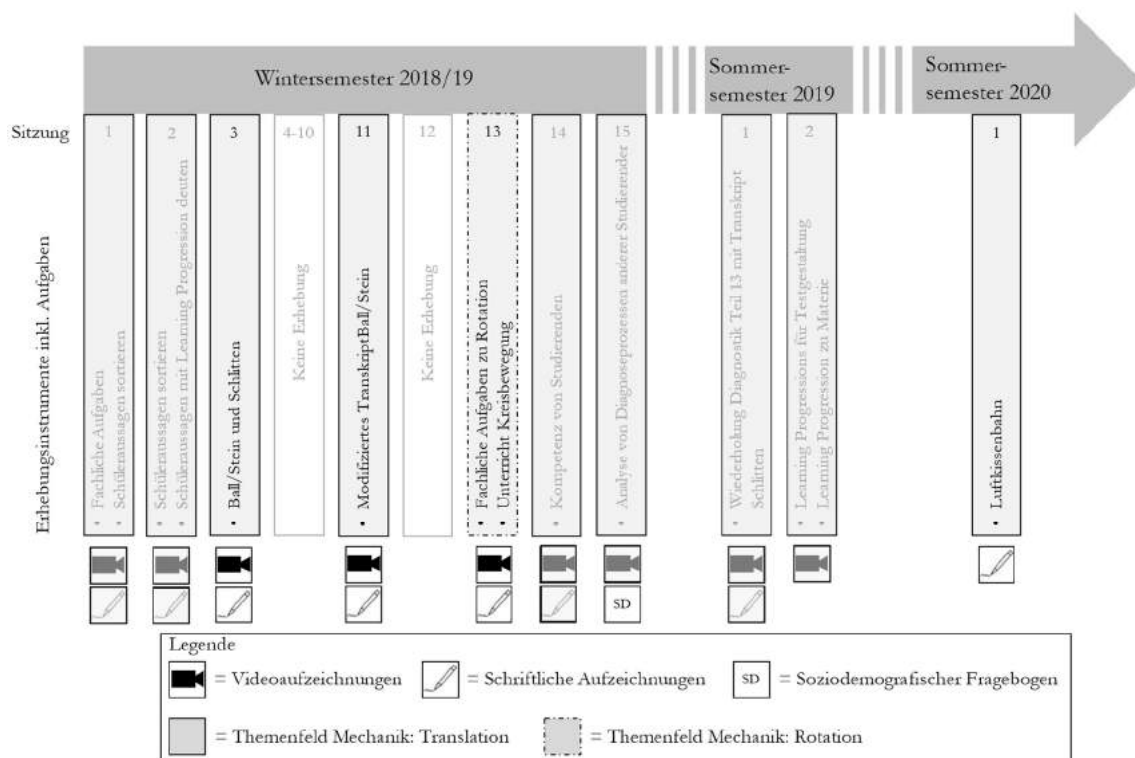


Abb. 20: Mit durch Hervorhebung markierte Auswahl der für die Auswertung relevanten Sitzungen im Überblick über den zeitlichen Verlauf der Haupterhebung

Da die Sitzungen 3, 11 und 13 zentral für die Studie sind, wurden die Daten aus der Haupterhebung zu diesen Sitzungen für alle Studierenden ausgewertet. Für die Sitzung im Sommersemester 2020 wurden in der Haupterhebung die Daten von allen Studierenden ausgewertet, von denen bereits in mindestens einer der vorherigen Sitzungen der Haupterhebung Daten ausgewertet wurden. Zum Auswerten der Studierenden der Erweiterungserhebung wurden lediglich Daten aus den Sitzungen 3 und 11 aus dem Wintersemester 2019/20 gewählt, um die Daten zu diesen beiden zentralen Sitzungen zu erweitern.

Insgesamt ergeben sich 86¹⁹ Aufgaben von $N = 23$ Studierenden, die für die Auswertung ausgewählt wurden. Für die Haupterhebung sind in Tabelle 10 die einzelnen Diagnoseanlässe (Aufgaben) aus den Sitzungen 3, 11 und 13 abgebildet, deren Bearbeitung auf Video aufgezeichnet und ausgewertet wurden hellgrau unterlegt. Zusätzlich ist darin auch die Aufgabe zum Transkript Luftkissenbahn aus der Einzelsitzung im Sommersemester 20 aufgeführt, zu der keine Videoaufzeichnung stattfand. In den Zellen der Tabelle wird jeweils vermittelt über den Code angegeben, wer als Gruppenpartner*in fungiert hat (z. B. hat AN01FR in allen Aufgaben mit DO03MA zusammengearbeitet). Dort, wo die Zelle leer und nicht farblich unterlegt ist, sind keine auswertbaren Daten vorhanden. Dies ist entweder darauf zurückzuführen, dass eine Störung in den Daten vorhanden ist (z. B. fehlende Tonspur) oder es zwar eine Zusammenarbeit gab, für die Auswertung des jeweiligen Partners*der jeweiligen Partnerin aber kein Einverständnis vorliegt. Auch wenn in der jeweiligen Zelle Gruppenpartner*innen eingetragen sind, entstanden einige schriftliche Aufzeichnungen in Einzelarbeit.²⁰ Dies wurde auch in der Auswertung berücksichtigt.

Für manche Studierende ist der Bearbeitungsprozess zu den jeweiligen Aufgaben zwar auf Video aufgezeichnet, es sind aber keine schriftlichen Aufzeichnungen vorhanden, weil die betreffende Person die schriftlichen Aufzeichnungen nicht abgegeben oder nicht ausgefüllt hat. Wenn dies der Fall ist, ist die jeweilige Zelle mit einem Sternchen (*) markiert. In der Regel stellte das für die Auswertung kein Problem dar, da dies insbesondere in Sitzung 3 der Fall war, bei der die schriftlichen Aufzeichnungen oft den gleichen Inhalt aufweisen wie das Gesprochene der Studierenden in den Videoaufzeichnungen. Außerdem wurden vereinzelt schriftliche Aufzeichnungen ausgewertet, ohne den dazugehörigen Arbeitsprozess im Video zu analysieren. Dies ist bei den Studierenden der Erweiterungserhebung in Sitzung 11 und beim Transkript Luftkissenbahn (zu der keine Videoaufzeichnungen vorhanden sind) der Fall und wird in der Tabelle mit einer dunkelgrauen Hinterlegung kenntlich gemacht.

¹⁹ Jede bearbeitete Aufgabe wurde für jede*n Studierende*n einzeln gezählt. So beinhaltet z. B. ein Video, indem zwei Studierende eine Aufgabe bearbeiten, zwei Aufgaben(bearbeitungen).

²⁰ Insbesondere das Bearbeiten der Aufgabe modifiziertes Transkript *Ball/Stein* in Sitzung 11 teilt sich in drei Arbeitsschritte auf, von denen die ersten beiden schriftlichen Aufzeichnungen ausschließlich in Einzelarbeit entstehen (vgl. Aufgabenbeschreibung in Kap. 5.1.2).

Tab. 10: Übersicht über die Videodaten und über die schriftlichen Daten der einzelnen Studierenden der Haupterhebung, die für die Datenauswertung genutzt wurden. Hellgrau = Videoaufzeichnungen und schriftlich Aufzeichnungen ausgewertet; Hellgrau mit Sternchen (*) = keine schriftlichen Aufzeichnungen ausgewertet; Dunkelgrau = nur schriftliche Aufzeichnungen ausgewertet; Weiß = keine ausgewerteten Daten; Code in den Zellen verweist auf Gruppenpartner*in

	Sitzung	3		11		13	Einzel SoSe 20
	Aufgabe	Ball/Stein	Schlitten	Modifiziertes Transkript Ball/Stein		Unterricht Kreisbewegung	Luftkissenbahn
				(Einzel)	(Partner)		
Studierende	AN01FR	DO03MA	DO03MA		DO03MA	DO03MA	
	AN09DA				KA09BU		
	BR11GE	IN17ZE	nicht bearbeitet		IN17ZE	IN17ZE	
	DO03MA	AN01FR	AN01FR		AN01FR	AN01FR	
	FR30AN	LI07DO	LI07DO *		LI07DO		
	FU26AL	WE13SA	WE13SA				
	GA20DI				KA17GI	HI29AS	
	GI26GA	HE26BI	HE26BI				
	HE26BI	GI26GA	GI26GA				
	HI07HA	LY26DI	LY26DI				
	HI29AS	MO30DA	MO30DA		MO30DA	GA20DI	
	IN17ZE	BR11GE	nicht bearbeitet		BR11GE	BR11GE	
	IN30BA	SI17DA	SI17DA		SI17DA	SI17DA	
	KA09BU	MA07LI *	MA07LI *		AN09DA	MA07LI	
	KA17GI				GA20DI		
	LI07DO	FR30AN	FR30AN *				
	LY26DI	HI07HA	HI07HA				
	MA07LI	KA09BU	KA09BU			KA09BU	
	MO30DA	HI29AS	HI29AS		HI29AS		
	OF22CH	SC20NI	SC20NI *				
	SC20NI	OF22CH	OF22CH *				
	SI17DA	IN30BA	IN30BA		IN30BA	IN30BA	
	WE13SA	FU26AL	FU26AL				

4.2.2 Soziodemografische Daten

Für die ausgewählten $N = 23$ Studierenden ($N_H = 15$, $N_E = 8$) sind die erhobenen soziodemografische Daten in Tabelle 11 aufgeführt. Bei der Befragung haben nicht alle Studierende den soziodemografischen Fragebogen komplett ausgefüllt. Von einer Person wurde dieser sogar gar nicht ausgefüllt. Dies wurde in Tabelle 11 nicht extra vermerkt, weshalb die Angaben in den einzelnen Zeilen addiert auch eine geringere Personenzahl als die Gesamtpersonenzahl der ausgewählten Studierenden ergeben können.

Tab. 11: Soziodemografische Daten der Studierenden aus Haupt- und Nacherhebung, deren Daten in der Studie ausgewertet wurden

Geschlecht	männlich: 14 weiblich: 9
Lehramt	Haupt- und Realschule: 12 Gymnasium: 11
Zweifach	Mathematik: 10 Chemie/Bio: 4 Anderes: 8
Drittfach	Mathematik: 1 Chemie/Biologie: 1 Anderes: 2
Abiturjahrgang	1998: 1 1999: 1 2006: 1 2010: 2 2012: 3 2014: 6 2016: 2 2017: 6
Abiturnote	Sehr gut: 4 Gut: 9 Befriedigend: 8 Ausreichend: 0
Physik in der Oberstufe	Leistungskurs: 8 Grundkurs: 4 Profilergänzend: 1 Kein Physik: 9
Bisherige Studienleistung als Notendurchschnitt (Personenzahl in Klammern)	Fach Physik: 1(3), 2(3), 3(12), $\leq 4(1)$ Fachdidaktik Physik: 1(8), 2(4), 3(5), $\leq 4(3)$ Zweifach: 1(6), 2(14), 3(1), $\leq 4(0)$ Drittfach: 1(2), 2(1), 3(1), $\leq 4(0)$
Fachsemester in Physik	3. Fachsemester: 10 5. Fachsemester: 8 6. Fachsemester: 1 8. Fachsemester: 1
Erstwunsch Lehramt Physik	Ja: 16 Nein: 6
Studiengangwechsel	Ja: 9 Nein: 13
Abgeschlossenes Hochschulstudium	Ja: 4 Nein: 17
Abgeschlossene Berufsausbildung	Ja: 1 Nein: 22
Nachhilfe geben	Ja: 19 Fächer: Biologie: 4 Chemie: 4 Deutsch: 2 Englisch: 5 Französisch: 1 Geschichte: 2 Latein: 1 Mathematik: 18

	Physik: 11 Für Schüler*innen: 19 Für Studierende: 4 Nein: 2
Unterricht in Schule	Ja: 6 Nein: 16
Weitere außerschulische Erfahrungen	Ja: 11 Nein: 11

Die Studierenden der Stichprobe identifizieren sich selbst zu etwa zwei Drittel als männlich – dies entspricht auch der durchschnittlichen Geschlechterverteilung von Lehramtsstudierenden mit dem Fach Physik in Deutschland (Statistisches Bundesamt, 2020, S. 196). Es streben in etwa genauso viele Studierende das Lehramt an Haupt- und Realschulen (12) wie das Gymnasiallehramt (11) als Abschluss an. Auffällig ist, dass das Jahr, in dem die Hochschulreife erworben wurde, relativ weit gestreut ist – mindestens 17 Studierenden erhielten diese aber zwischen 2012 und 2017. Mathematik ist als Zweitfach am meisten vertreten. Weitere Naturwissenschaften (Biologie oder Chemie) sind mit insgesamt 5 Nennungen als Zweit- oder Drittfach relativ gering. Auffällig ist zusätzlich, dass eine relativ hohe Anzahl der Studierenden (9) kein Physik in der Oberstufe hatten, 6 Studierende das Lehramt Physik nicht als Erstwunsch bei der Studienfachwahl hatten und relativ viele Studierende (9) schon ihren Studiengang gewechselt haben – teilweise jedoch nur im jeweiligen Lehramt oder zwischen verschiedenen Lehrämtern. Etwa die Hälfte der Studierenden weist außerschulische Erfahrungen mit Kindern oder Jugendlichen auf und der Großteil hat bereits Nachhilfe gegeben. Unterrichtet haben bisher sechs Studierende. Würde man die Stichprobe noch einmal in Haupt- und Erweiterungserhebung unterscheiden, scheint es sich bei den $N_E = 8$ Studierenden aus der Erweiterungserhebung um leistungstärkere Personen zu handeln. Zumindest sind im relativen Verhältnis mehr sehr gute Abiturnoten vorhanden und auch die bisherigen Studienleistungen befinden sich im Durchschnitt in einem besseren Bereich – das gilt insbesondere für die Noten im Fach Physik, wobei in der Fachdidaktik Physik eher kein Unterschied besteht.

Für die Stichprobe ist anzumerken, dass es sich um eine relativ kleine Personenzahl handelt, die nur etwa 40% der Teilnehmer*innen der Studie (vgl. Tab. 9) abbildet, bzw. einen noch geringeren Teil der Teilnehmer*innen des Seminars darstellt. Würde die Stichprobe mit nur wenigen Personen erweitert, könnte dies die Verhältnisse bereits stark ändern. Aus diesem Grund sollten keine Verallgemeinerungen abgeleitet werden.

4.3 Auswertung der Daten

Für die Auswertung der ausgewählten Daten wurde zur Beantwortung der Fragenkomplexe 1, 2 und in Teilen 3 eine qualitative Inhaltsanalyse in Anlehnung an die strukturierende qualitative Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) durchgeführt. Die ausgeführte Analyse ist daran lediglich angelehnt, da in Teilen auch mit induktiver Kategorienbildung gearbeitet wurde. Die strukturierende qualitative Inhaltsanalyse sieht in der Regel ausschließlich eine deduktive Kategorienbildung vor. Mayring (2015) weist darauf hin, dass auch eine Kombination mehrerer Analysetechniken möglich ist (S. 67; s. a. Schreier, 2012, S. 84; Kuckartz, 2018, S. 97). Eine qualitative Inhaltsanalyse eignet sich zum Beantworten der Forschungsfrage insbesondere, da durch sie eine Struktur in den Daten herauspräpariert werden kann, um Komponenten und genutzte Theorie-/Empiriebezug identifizieren zu können. Für das Identifizieren dieser Strukturen ist ein qualitativer Blick auf die individuellen Videodaten und schriftlichen Aufzeichnungen nötig. Zur Beantwortung der Forschungsfragen des Fragenkomplex 3 wurde für die Datenauswertung ein anderes qualitatives Vorgehen gewählt, um die Inhalte der genutzten Theorie-/Empiriebezüge detaillierter untersuchen zu können: Es wurden einzelne Abschnitte, die im Vorfeld durch die Kodierung der Videodaten als relevant²¹ identifiziert wurden, transkribiert und deren Inhalt fragengeleitet interpretativ durchdrungen. Entsprechende Analysen wurden in fallbezogenen Berichten zusammengefasst. Beide Zugänge zu den Daten werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

4.3.1 Qualitative Inhaltsanalyse: Kategoriensystem

Das zentrale Instrument einer qualitativen Inhaltsanalyse stellt ein Kategoriensystem dar. Für die Analyse der Diagnoseprozesse von den ausgewählten Studierenden wurde ein Kategoriensystem entwickelt, welches sich deduktiv aus dem Forschungsstand zu Diagnostik (vgl. Kap. 2) und dem Inhalt der untersuchten Lehrveranstaltung (vgl. Kap. 3) ableiten. Es baut in Teilen auf bestehenden Kategoriensystemen auf, die den gleichen oder einen ähnlichen Theorierahmen teilen (Beretz, 2021; Kost, 2020). In den folgenden Beschreibungen stellt eine *Kategorie* eine Variable dar (z. B. *Analyse*, um den Diagnoseprozess genauer erfassen zu können); die darin enthaltenen Variablenwerte bzw. Ausprägungen (z. B. *Beobachtung* oder *Deutung* zu Kategorie *Analyse*) werden im Folgenden *Codes* genannt (Kuckartz, 2018, S. 36; Schreier, 2012, S. 61). Mit Kategorien, die sich auf die Analyse der Studierenden beziehen, lässt sich so der Fragenkomplex 1 untersuchen. Für die Fragenkomplexe 2 und 3 sind die Kategorien essenziell, die die Theorie-/Empiriebezüge genauer ausdifferenzieren. Aus den bereits existierenden Systemen wurden insbesondere die unten beschriebenen Kategorien H1, H2, H3 und in Teilen H5 übernommen bzw. so adaptiert, dass sie zum Beantworten der Forschungsfragen beitragen. Dies betrifft vor allem die Forschungsfragen, die Theorie-/Empiriebezüge bzw. *Learning Progressions* adressieren (Fragenkomplex 3). Diese Entwicklungsschritte fanden alle theoriegeleitet und deduktiv statt. Zusätzlich wurden Kategorien und Codes integriert, die während der Datenanalyse von Daten der Pilot- und Haupterhebung

²¹ Das bedeutet an dieser Stelle, dass alle Äußerungen der Studierenden, die Hinweise auf die Nutzung von *Learning Progressions* lieferten, ausgewählt wurden.

induktiv gebildet wurden, z. B. einen Code dafür, dass die Studierenden einen Aspekt der *Learning Progression* nennen, diese aber nicht explizit adressieren und so ein Bezug zur *Learning Progression* zumindest denkbar ist (Sub-Code *Bezug denkbar*).

Das finale Kategoriensystem besteht aus insgesamt zehn Kategorien (vgl. die Übersicht in Abb. 21): Die 5 Hauptkategorien (H1-5) klassifizieren die Bearbeitungsprozesse (H1) sowie die darin enthaltenen Analyseprozesse (H2-5) der Studierenden. Außerdem werden weitere Aspekte der Analyse in 5 parallel liegenden Nebenkategorien (N1-5) ausdifferenziert, die einerseits Hinweise zur Qualität der Analyseprozesse liefern (N1-4) und andererseits das Erleben der Studierenden erfassen (N5). Zusätzlich gibt es noch eine weitere Kategorie (Merkmale der Situation), welche eine strukturierende Funktion hat und angewendet wurde, um die relevanten Stellen im Videomaterial zu identifizieren (z. B. wenn eine Arbeitsphase stattfindet oder wenn die Dozentin einen Redeanteil hat) und eine Zuordnung der ausgeführten Analysen zu den in der Lehrveranstaltung eingesetzten Aufgaben zu ermöglichen (insbesondere Codes mit Aufgaben, die von den Studierenden bearbeitet werden). Da diese Kategorie nur eine vorstrukturierende Funktion hat, wird sie an dieser Stelle nicht weiter beschrieben (für eine ausführliche Darstellung siehe Kodiermanual in Anhang C). Die darin enthaltenen Codes werden ausschließlich bei der Videoanalyse in einem vorauslaufenden Extradurchlauf vergeben.

Eine vereinfachte Darstellung des entwickelten Kategoriensystems ist in Abbildung 21 zu sehen. Tabelle 12 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus dem zugehörigen Kodiermanual mit der Beschreibung, den Indikatoren und Beispielen für einen Code (angelehnt an den Aufbau des Kodierleitfadens in Mayring, 2014, S. 111).

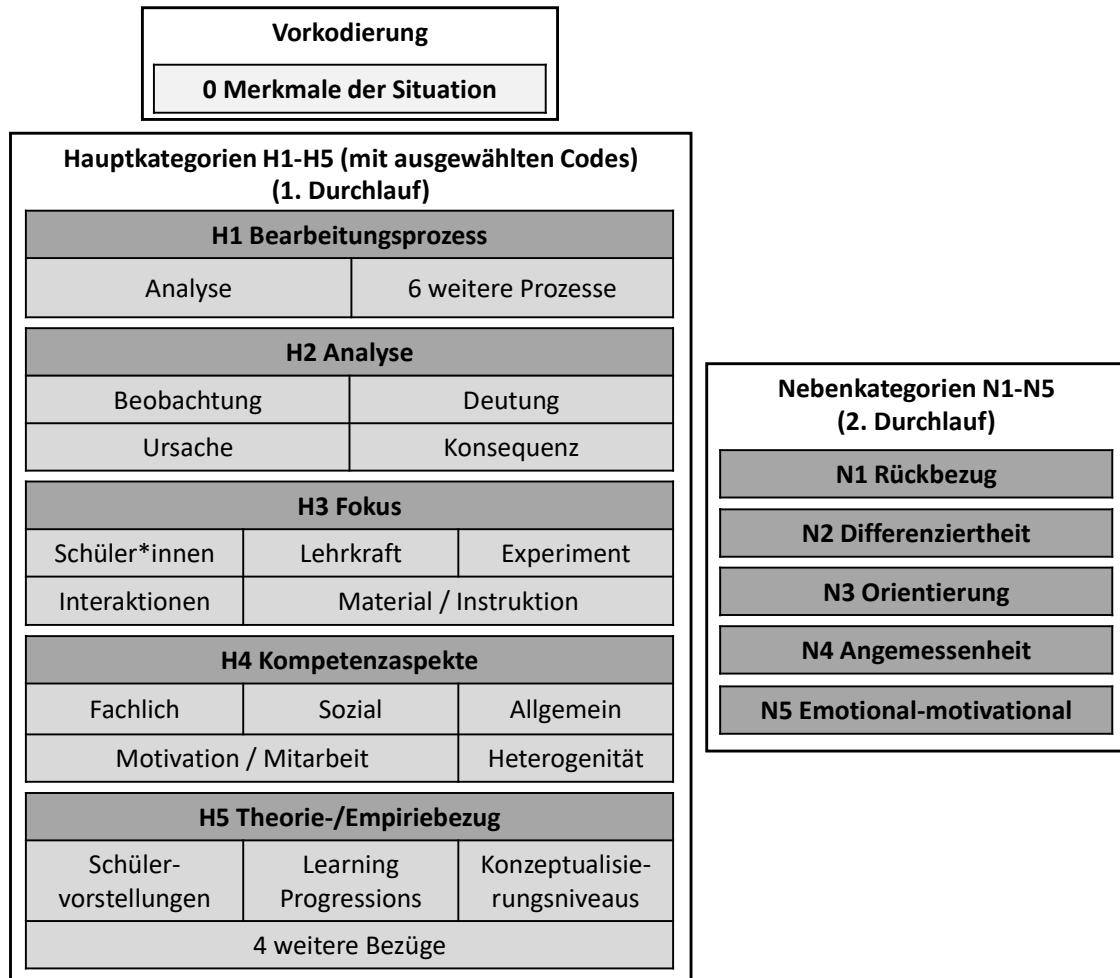


Abb. 21: Kategoriensystem vereinfacht dargestellt

Tab. 12: Beispielhafter Ausschnitt aus dem entwickelten Kodiermanual mit dem (Sub-)Code Nennung Learning Progression der Kategorie H5 Theorie/Empiriebezüge

Code	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Nennung Learning Progression	Beiträge, in denen eine Learning Progression benannt wird, aber keine Einordnung des Schülerverständnisses stattfindet.	Eine Learning Progression oder Teile einer Learning Progression werden explizit angesprochen, das Schülerverständnis wird aber weder einer Ebene, noch einem anderen spezifischen Teil der Learning Progression zugeordnet.	„Hier könnten wir jetzt eine Learning Progression nutzen.“ „Das hier [zeigt auf Arbeitsblatt] könnte man in der Learning Progression verorten.“

Die Zuweisung von Kategorien erfolgt ereignis- und personengebunden direkt am Video bzw. in den schriftlichen Aufzeichnungen (vgl. *event-sampling* in Riegel, 2013, S. 17). Es wer-

den dabei nacheinander zunächst die Hauptkategorien (H1-5) und anschließend die Nebenkategorien (N1-5) in zwei Durchläufen kodiert. Dabei werden die Nebenkategorien den bereits identifizierten Ereignissen des ersten Durchlaufes zugeordnet, es werden keine neuen Ereignisse identifiziert. Bei den Haupt- und Nebenkategorien handelt es sich um nominalskalierte Kategorien. Eine Ausnahme bildet dabei die Kategorie N2 *Differenziertheit*, die nicht in Gänze, aber zumindest in Teilen ordinalskaliert ist. Auch die Kategorie N3 *Orientierung* ist ordinalskaliert (s. a. Definitionen *Nominalskala* und *Ordinalskala* in Mayring, 2015, S. 18). Außerdem handelt es sich um ein hochkomplexes (Schreier, 2012, S. 67-71) und hochinferentes Kategoriensystem. Das bedeutet einerseits, dass es mehrere Hauptkategorien beinhaltet und der hierarchische Aufbau über zwei Ebenen geht (hochkomplex) und andererseits, dass der untersuchte Gegenstand nicht direkt beobachtbar ist und beim Kodieren ein relativ hoher Interpretationsspielraum vorhanden ist (hochinferent).

Im Folgenden werden die verschiedenen Haupt- und Nebenkategorien sowie das Vorgehen bei deren Anwendung beschrieben. Eine detailliertere Darstellung inklusive aller Beschreibungen, Indikatoren und Ankerbeispielen ist im Kodiermanual in Anhang C zu finden.

H1: Bearbeitungsprozess

Mit der Hauptkategorie 1 wird zuerst der Bearbeitungsprozess der Studierenden ausdifferenziert. Hier ist von Bedeutung, ob es sich beim Prozess um eine Analyse oder einen anderen Prozess handelt: Fachliche Klärung, fachdidaktische Klärung, Reflexion, Wertschätzung von Diagnostik oder organisatorische bzw. nicht aufgabenrelevante Beiträge (Off-Task). Unter *Analysen*²² werden Beiträge verstanden, die sich konkret auf die Auseinandersetzung mit einem Arbeitsprozess von Schüler*innen oder von Aufgaben beziehen. Andere Prozesse können jedoch ebenfalls Hinweise auf das Bearbeiten der in der Lehrveranstaltung eingesetzten Aufgaben durch die Studierenden liefern. Sie sind deshalb in dieser Kategorie (H1) mit abgebildet. Die Analyse ist für die Beantwortung aller Forschungsfragen von besonderer Bedeutung und wird deshalb mit Hilfe der Kategorien H2-5 genauer betrachtet. Identifizierten Analysen muss im Anschluss immer zwingend eine Komponente (H2) und ein Fokus (H3) zugeordnet werden. Optional kann ihnen auch noch ein Kompetenzaspekt (H4) und/oder ein Theorie-/Empiriebezug (H5) zugeordnet werden. Handelt es sich um einen anderen Prozess als eine Analyse, wird dieser in der Regel jedoch nicht weiter ausdifferenziert. Ausnahmen bilden hierbei Situationen, in denen diese einem Theorie- bzw. Empiriebezug in Kategorie H5 zugeordnet werden können. H1 ist disjunkt, d. h., dass es sich immer nur um einen bestimmten Bearbeitungsprozess handeln kann, welcher klar zugeordnet wird. Die Codes in H1 sind in Tabelle 13 mit Beschreibungen dargestellt.

²² Es wurde sich für den Begriff *Analysen* entschieden, da beim Auswerten der Daten der Studierenden nicht eine komplette Diagnostik, sondern die identifizierbaren Komponenten des Diagnoseprozesses (Beobachtungen, Deutungen, Ursachen, Konsequenzen) aus dem Datenmaterial herausgearbeitet werden. Da Diagnostik außerdem explizit eine Förderabsicht miteinschließt (vgl. Kap. 2) und man nicht davon ausgehen kann, dass die Studierenden immer eine solche Förderabsicht haben, wird in dieser Kategorie von *Analysen* und nicht von *Diagnostik* gesprochen.

Tab. 13: Hauptkategorie Bearbeitungsprozess mit Beschreibung der Codes

H1 Bearbeitungsprozess	
Code	Beschreibung
Analyse	Alle Beiträge, die sich konkret auf die Auseinandersetzung mit Arbeitsprozessen von Schüler*innen oder mit Aufgaben beziehen.
Fachliche Klärung	Umfasst Beiträge bzw. insbesondere Gespräche über Inhalte der Physik mit dem Ziel, die fachlich angemessenen Antworten bzw. fachlichen Beschreibungen zu finden, die eigenen Antworten auf fachliche Fragen zu begründen oder aber sich ergänzende fachliche Informationen zu holen.
Fachdidaktische Klärung	Umfasst Beiträge bzw. insbesondere Gespräche über Inhalte der Physikdidaktik mit dem Ziel, die fachdidaktisch angemessenen Antworten bzw. fachdidaktischen Beschreibungen zu finden, die eigenen Antworten auf fachdidaktische Fragen zu begründen oder aber sich ergänzende fachdidaktische Informationen zu holen.
Reflexion	Beiträge, die die eigenen (Gruppen-)Arbeitsergebnisse oder Verhalten der Studierenden analysieren und interpretieren bzw. bewerten, um ein alternatives Vorgehen aufzuweisen und sich selbst zu hinterfragen oder ggf. zu verbessern.
Wertschätzung von Diagnostik	Beiträge, die die Relevanz von Diagnostik und die damit verbundenen Theorie-/Empiriebezüge bewerten.
Organisation	Beiträge, die sich auf die Aushandlung des Arbeitsauftrages beziehen.
Off-Task	Alle deutlich erkennbaren nonverbalen Aktivitäten und/oder verbale Beiträge, die inhaltlich nicht mit dem Thema der Aufgabenstellung oder der Lehrveranstaltung zu tun haben.

H2: Analyse

Zur Untersuchung der Diagnoseprozesse (Fragenkomplex 1) muss den in H1 identifizierten Analysen in H2 eine Komponente des Diagnoseprozesses zugeordnet werden. Diese werden nach der Operationalisierung des Diagnoseprozesses in folgende Komponenten unterschieden: Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz (s. a. v. Aufschnaiter et al., 2018; Beretz, 2021; vgl. Kap. 2.2.3). Diese vier Codes stellen die Basis der Klassifizierungen in H2 dar. Die Codes beinhalten jeweils Sub-Codes, die je nach Ausprägung der Studierendenaussagen vergeben werden. Mit Ausnahmen der Konsequenzen, denen immer zu Grunde liegt, ob diese fallbezogen oder allgemein sind und es sich um einen Gegenstand (z. B. ein bestimmtes physikalisches Konzept) oder um ein Vorgehen (z. B. um eine bestimmte Methode) handelt, ist die Vergabe der jeweiligen Komponente immer disjunkt. Es handelt sich also immer ausschließlich um eine Beobachtung, eine Deutung, eine Ursache oder eine Konsequenz. Die Codes in H2 sind in Tabelle 14 mit Beschreibungen dargestellt. Die Sub-Codes werden der Übersicht halber in der Tabelle nicht weiter thematisiert. Lediglich der Vermerk *SC* gibt an, wie viele Sub-Codes die einzelnen Codes haben.

Tab. 14: Hauptkategorie 2 Analyse mit Beschreibung der Codes

H2 Analyse	
Code	Beschreibung
Beobachtung	Beiträge, die das Geschehen der Lehr-/Lernprozesse deutungsfrei/-arm schildern und damit intersubjektiv überprüfbar sind.
Deutung (4 SC)	Beiträge, die das Geschehen der Lehr-/Lernprozesse subjektiv bewerten und ggf. diese Einschätzung begründen.
Ursache (3 SC)	Angabe von Erklärungen und Begründungen für die Beobachtungen und Deutungen; Vermutungen darüber, warum etwas passiert sein könnte.
Konsequenz (4 SC)	Beschreibung eines möglichen, an den untersuchten Lehr-/Lernprozess und die darin diagnostizierten Merkmale anknüpfendes Vorgehen; Ableitung einer Regel/Alternative für zukünftiges Verhalten.

Anmerkung: Die Abkürzung SC steht für die Sub-Codes, die die jeweiligen Codes enthalten.

H3: Fokus

Mit H3 wird der Fokus der Analyse erfasst, also auf welche Personen bzw. auf welche Gegenstände oder Interaktionen die Studierenden ihre Aussagen beziehen. Den identifizierten Analysen in H1 muss immer auch ein Fokus in H3 zugeordnet werden. So können Studierende in ihren Analysen auf Schüler*innen, Lehrkräfte, Interaktionsprozesse, Materialien/Instruktionen oder Experimente fokussieren oder sogar mehrere Aspekte gleichzeitig im Fokus haben, z. B. einen Interaktionsprozess zwischen einer Schülerin und einer Lehrkraft (Zuweisung der Codes Schüler*innen, Lehrkraft und Interaktionsprozesse). Die Kategorie ist demnach nicht disjunkt. Tabelle 15 zeigt alle Codes in H3 mit ihren Beschreibungen.

Tab. 15: Hauptkategorie 3 Fokus mit Beschreibung der Codes

H3 Fokus	
Code	Beschreibung
Schüler*in/ Schüler*innen	Beiträge, die sich auf das Verhalten und die Kompetenzen von Schüler*innen beziehen (sowohl einzeln als auch verallgemeinernd).
Lehrkraft	Beiträge, die sich auf die Lehrkraft (oder Interviewer) beziehen.
Interaktionsprozesse	Beiträge, die sich auf Interaktionen zwischen Lehrkraft und Schüler*innen oder zwischen einzelnen Schüler*innen beziehen.
Material/ Instruktion	Beiträge, die das Material (Arbeitsblätter, Experimentieranleitungen) und/oder die Instruktionen (Arbeitsaufträge und -anweisungen, Unterrichtsmethoden, Zeitmanagement) betreffen.
Experiment	Beiträge, die sich auf das Experiment in der Lehr-/Lernsituation beziehen.

H4: Kompetenzaspekte

H4 bildet ab, dass Studierende optional in den Analysen einen oder mehrere Kompetenzaspekte von Schüler*innen adressieren können. Dies können z. B. fachliche Kompetenz oder Motivation/Mitarbeit sein (vgl. Kompetenzbegriff nach Weinert, 2014; Kap. 2). Die Codes

der Kategorie sind disjunkt, mit der Ausnahme, dass der Code *Heterogenität* parallel zu einem Kompetenzaspekt vergeben werden kann. Tabelle 16 zeigt alle Codes der Kategorie H4 mit ihren Beschreibungen.

Tab. 16: Hauptkategorie 4 Kompetenzaspekte mit Beschreibung der Codes

H4 Kompetenzaspekte	
Code	Beschreibung
Fachliche Kompetenz	Beiträge über Kompetenzen, die sich auf fachinhaltliche und/oder fachmethodische kognitive Fähigkeiten und motorische Fertigkeiten beziehen.
Motivation/Mitarbeit	Beiträge, die auf emotional-motivationale Aspekte von Kompetenzen gerichtet sind und/oder sich auf die Mitarbeit der Schüler*innen beziehen.
Soziale Fähigkeiten	Beiträge, die auf den sozialen Umgang innerhalb der Schüler*innen-Gruppe gerichtet sind.
Allgemeine Fähigkeiten	Beiträge, die sich auf die Lese-, Schreib- und Kommunikationskompetenz beziehen.
Heterogenität	Vergleich von Schüler*innen: Beiträge, die sich auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede (u. a. von Kompetenzen) zwischen Schüler*innen beziehen.

H5: Theorie-/Empiriebezüge

Optional können Studierende einen oder mehrere Theorie-/Empiriebezüge in ihrem Analyseprozess nutzen. Dies wird durch H5 abgebildet. Die hier aufgeführten Theorie-/Empiriebezüge wurden aus den Inhalten der Lehrveranstaltung abgeleitet und enthalten teilweise Sub-Codes, die den Bezug genauer ausdifferenzieren. Insbesondere die Nutzung von Learning Progressions kann durch diese Sub-Codes genauer analysiert werden, was wichtig für die Beantwortung der Forschungsfragen in Fragenkomplex 3 ist. Die Codes sind nicht disjunkt. Tabelle 17 zeigt alle Codes in H5 mit ihren Beschreibungen. Die Sub-Codes werden der Übersicht halber in der Tabelle nicht weiter thematisiert. Lediglich der Vermerk *SC* gibt an, wie viele Sub-Codes die einzelnen Codes haben.

Tab. 17: Hauptkategorie 5 Theorie-/Empiriebezug mit Beschreibung der Codes

H5 Theorie-/Empiriebezug	
Code	Beschreibung
Schüler-vorstellungen	Beiträge, die sich explizit (unter Nutzung des Begriffs <i>Schülervorstellung</i>) oder implizit auf vorhandene, fehlende, passende/unpassende Vorstellungen/Ideen oder Überlegungen von Schüler*innen beziehen und (im impliziten Fall) aus Beobachtersicht in der Literatur beschriebener Vorstellungen zuordnen lässt (z. B. Schecker & Duit, 2018).
Learning Progressions (4 SC)	Beiträge, die sich auf Learning Progressions beziehen, z. B., indem die Studierenden die Ebenen der Learning Progression zu Kraft und Bewegung (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) adressieren, um Schülerverständnis darin einzuordnen.

H5 Theorie-/Empiriebezug	
Code	Beschreibung
Konzeptualisierungsniveaus (3 SC)	Beiträge, die sich auf Konzeptualisierungsniveaus (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) beziehen, indem z. B. einer Schüleräußerung ein Niveau zugeordnet wird.
Erfahrungsbezug (2 SC)	Beiträge, die sich auf den Erfahrungsbezug (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010) beziehen, also ob ein Konzept modell- oder phänomenbasiert ist.
Erleben	Äußerungen, die sich auf das Erleben beziehen, z. B. auf Kompetenzerleben (v. Aufschnaiter & v. Aufschnaiter, 2001) oder Autonomieerleben.
Interesse	Beiträge, die sich auf das Interesse beziehen, z. B. mit Bezug auf Interessensstudien, wie die IPN-Interessensstudie (Hoffmann, Häußler & Lehrke, 1998).
Andere Theorie-/Empiriebezüge	Beiträge mit Bezug zu einem Theorie-/Empiriebezug, der nicht Teil der Lehrveranstaltung ist, z. B. ein Bezug auf Theorie/Empirie aus Lehrveranstaltungen anderer Fachdidaktiken.

Anmerkung: Die Abkürzung *SC* steht für die Sub-Codes, die die jeweiligen Codes enthalten.

Nebenkategorien 1-5

Die Codes in den Nebenkategorien sind alle disjunkt. Dazu werden nicht erneut Ereignisse im Material identifiziert, sondern die Codes werden den Ereignissen zugeordnet, die bereits durch das Vergeben von H2 entstanden sind, sofern dies möglich ist. Die Nebenkategorien sollen insbesondere dabei helfen die Forschungsfragen in Fragenkomplex 3 zu beantworten und orientieren sich (abgesehen von N5) an den Qualitätsmerkmalen, die in Kapitel 2.4 thematisiert werden. Sie sind in Tabelle 18 mit einer kurzen Beschreibung sowie der Angabe, wie viele Codes die Kategorie umfasst, aufgelistet.

Tab. 18: Nebenkategorien 1-5 mit Beschreibung

Kategorie	Beschreibung
N1 Rückbezug (3 Codes)	Aussagen der Studierenden beziehen sich auf Aspekte, die sich in den Daten in der vorliegenden Situation bzw. situationsübergreifend oder in externen Situationen finden lassen.
N2 Differenziertheit (3 Codes)	Die Studierenden weisen Äußerungen und/oder Handlungen von Schüler*innen einen dichotomen Wert zu, umschreiben sie differenziert oder benennen einen Theorie-/Empiriebezug dazu.
N3 Orientierung (4 Codes)	Die Studierenden beurteilen Äußerungen und/oder Handlungen von Schüler*innen kompetenzorientiert, anschlussfähig, defizitorientiert oder urteilen, dass den Schüler*innen Vorstellungen bzw. Kompetenzen fehlen.
N4 Angemessenheit (1 Code)	Die identifizierten Kompetenzaspekte (H4) und/oder Theoriebezüge (H5) sind unangemessen.
N5 Emotional-motivational (4 Codes)	Die Studierenden haben ein positives bzw. negatives Erleben oder äußern, dass sie (keine) Freude beim vorliegenden Bearbeitungsprozess haben.

Güte des Kategoriensystems

Die qualitative Inhaltsanalyse als Methode sieht in ihrer Durchführung bereits Schritte vor, die zur Güte des zu entwickelnden Kategoriensystems beitragen. Vor einem finalen Materialdurchlauf soll in einem Schritt (mindestens einmal) eine Überarbeitung oder ggf. eine Revision von Kategoriensystem und Kategoriendefinition stattfinden. Dies fand zu mehreren Zeitpunkten statt. Eine erste Überarbeitung erfuhr das Kategoriensystem nach einem Durchlauf mit den Daten der Pilotierung. Zusätzlich wurden auch in weiteren Kodierdurchgängen kleinere Überarbeitungen vorgenommen, bevor das System in einem finalen Durchlauf angewendet wurde. Darüber hinaus sichert die qualitative Inhaltsanalyse Güte dahingehend, dass der gesamte Prozess theoriegeleitet ist und schon von Beginn nah am abzubildenden Konstrukt stattfindet und daran auch in Überarbeitungsschritten theoriegeleitet überprüft wird (vgl. Mayring, 2015, S. 97-99). Bei dem entwickelten Kategoriensystem ist außerdem zu bedenken, dass es auf anderen Kategoriensystemen basiert. Zwar wurde es so weit abgeändert, dass es ein eigenständiges System darstellt, einige grundlegende Kategorien inklusive (teils leicht abgeänderter) Beschreibungen haben darin aber weiterhin Bestand (z. B. die Codes in H2). Teile des Kategoriensystems wurden also bereits in anderen Studien mit teilweise ähnlichen Settings und theoretischen Hintergründen erfolgreich angewendet (vgl. Beretz, 2021).

Zusätzlich fand eine Überprüfung des Kategoriensystems durch verschiedene Mitarbeiter*innen am Institut für Didaktik der Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen statt. Überarbeitungen wurden mit denselben Mitarbeiter*innen in Teilen diskutiert. Hierbei wurde insbesondere darauf geachtet, dass die überprüfenden Mitarbeiter*innen ausreichend Wissen zum Konstrukt hatten, welches vom Kategoriensystem abgebildet werden soll. So wurde sichergestellt, dass das entwickelte Kategoriensystem basierend auf der Theorie zu Diagnostik und den Eigenschaften der zu untersuchenden Veranstaltung relevante/repräsentative Aspekte des Konstrukts angemessen abbildet.

Beurteilerübereinstimmung

Ein zentrales Gütekriterium für ein genutztes Kategoriensystem ist die Beurteilerübereinstimmung im Sinne einer Reliabilitätsbestimmung. Hierbei wird die Konsistenz des Kodierens überprüft. Eine solche Überprüfung findet statt, indem die Kodierungen mit dem gleichen Kodiersystem durch verschiedene Personen (Intercoderübereinstimmung) oder durch eine Person zu verschiedenen Zeitpunkten (Intracoderübereinstimmung) stattfindet (Döring & Bortz, 2016, S. 566; Mayring, 2015, S. 124; Schreier, 2012, S. 167). Bei dem beschriebenen Kategoriensystem werden überwiegend nominalskalierte Kategorien genutzt. Es sind jedoch auch ordinalskalierte Kategorien vorhanden: N2 *Differenziertheit*, mit der in dichotome und differenzierte Äußerungen unterschieden wird und N3 *Orientierung*, mit der untersucht wird, ob die Studierenden defizitorientiert oder kompetenzorientiert diagnostizieren. Beide Nebenkategorien sind aber nicht in Gänze ordinalskaliert. In N2 wird zusätzlich zwischen *dicho-*

tom oder *Benennung* unterschieden und in N3 kann auch *fehlend* (für nicht vorhandene Kenntnisse oder Konzepte, die von den Studierenden thematisiert werden) kodiert werden. Da das Kategoriensystem hauptsächlich nominalskalierte Kategorien aufweist und die ordinalskalierten Kategorien nicht vollständig ordinalskaliert sind, ist die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung an den nominalskalierten Kategorien orientiert. Konkret bedeutet dies, dass die prozentuale Übereinstimmung ($P\ddot{U}$) sowie der korrigierte Kappa-Wert κ_r nach Brennan und Prediger (1981), bei dem zufällige Übereinstimmungen mit berücksichtigt werden, zur Quantifizierung der Beurteilerübereinstimmung genutzt werden.

Zur Prüfung der Beurteilerübereinstimmung wurden für die Studie jeweils die Inter- und Intracoderübereinstimmung berechnet (vgl. Tab. 20). Hierfür wurde jeweils ein aufgezeichnetes Video aus den relevanten Sitzungen 3, 11 und 13 ausgewählt (vgl. 4.2.1). Bei der Auswahl der Videos wurde auf eine größtmögliche Varianz geachtet. Das bedeutet einerseits, dass darauf geachtet wurde, Videos von drei unterschiedlichen Studierendengruppen auszuwählen. Andererseits wurden die Videos so ausgewählt, dass potenziell möglichst verschiedene Codes aus allen Kategorien vergeben werden konnten, um das gesamte Kategoriensystem überprüfen zu können. Das heißt, dass drei Videos gewählt wurden, in denen der Autor in seiner Kodierung vorher insgesamt alle relevanten Codes vergeben hatte.

Die Kodierung durch die zweite Person wurde von einer Kollegin durchgeführt, die bereits viel Erfahrung mit dem Kodieren von Videodaten im Kontext von Diagnostik in der Lehrerbildung gesammelt hat. Trotzdem handelt es sich dabei um eine untrainierte Kodiererin, die zum ersten Mal mit dem Kodiermanual gearbeitet hat. Vor der Kodierung konnte sich die Kollegin intensiv mit den Kontexten und Inhalten der aufgezeichneten Sitzungen sowie dem Kodiermanual auseinandersetzen. Nach der Kodierung des ersten Videos wurden Fragen, die während des Kodiervorgangs auftraten, mit dem Autor geklärt. Nachdem die Kollegin alle drei Videos fertig kodiert hatte, wurde eine erste Übereinstimmung berechnet. Die so entstandenen $P\ddot{U}$ und Kappa-Werte sind in Tabelle 19 zu finden.

Tab. 19: Übersicht über die PÜ und κ_n für die InterCoderübereinstimmung in allen Kategorien für drei ausgewählte Videos

Kategorien	Video Sitzung 3		Video Sitzung 11		Video Sitzung 13	
	Autor / Kollegin		Autor / Kollegin		Autor / Kollegin	
	PÜ [%]	κ_n	PÜ [%]	κ_n	PÜ [%]	κ_n
H1	80,75	0,79	61,54	0,56	65,49	0,62
H2	82,18	0,80	66,62	0,60	59,49	0,55
H3	72,00	0,70	72,37	0,65	53,61	0,50
H4	84,46	0,82	69,57	0,63	41,79	0,37
H5	29,41	0,24	58,33	0,44	57,14	0,51
N1	85,63	0,83	66,67	0,59	64,97	0,59
N2	36,11	0,27	40,00	0,29	35,56	0,25
N3	59,57	0,55	0,00	-0,29	47,06	0,37
N4²³	-	-	-	-	-	-
N5	31,58	0,22	-	-	0,00	-0,19

Für die erste Berechnung der InterCoderübereinstimmung konnten teilweise gute Übereinstimmungswerte in den Hauptkategorien 1, 2, 3 und 4 sowie der Nebenkategorie 1 erreicht werden. In den meisten anderen Kategorien war die Übereinstimmung jedoch oft unbefriedigend. Bei einer genauen Betrachtung der nicht übereinstimmenden Codes stellte sich heraus, dass die Kollegin teilweise Codes miteinander kombinierte, die laut Kodiermanual explizit nicht miteinander kombiniert werden dürfen (z. B. eine Beobachtung aus H2 mit einer Differenziertheit aus N2). Zusätzlich waren insbesondere die Codes der Hauptkategorie 5 *Theorie-/Empiriebezüge* von der Kollegin wesentlich weniger vergeben worden als vom Autor, was sich in einer schlechten Übereinstimmung manifestiert hat. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass der Autor im Bereich Learning Progressions, der den Hauptteil der Theorie-/Empiriebezüge ausmacht, inhaltlich wesentlich geschulter ist. Daraus resultierte vermutlich, dass der Autor auch in wesentlich mehr Abschnitten in den Videos Codes aus dieser Kategorie vergeben hatte, während die Kollegin in gleichen Abschnitten keine Nutzung von Learning Progressions identifizieren konnte.

In einem Konsensverfahren wurden dann mit der Kollegin alle Kodierungen besprochen, bei denen keine Übereinstimmung herrschte. Dafür kommentierte der Autor alle nicht übereinstimmenden Kodierungen in einer Tabelle und erklärte darin seine Interpretationen. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf den Codes, die nicht miteinander kombiniert werden durften und den Codes der Hauptkategorie 5 *Theorie-/Empiriebezüge*. Diese wurden von der

²³ Für Nebenkategorie 4 *Angemessenheit* wurden weder vom Autor, noch von der Kollegin Codes vergeben, weshalb hier keine Übereinstimmung berechnet werden konnte. In den Videos wurden demnach alle Analysen als angemessen eingestuft.

Kollegin als erstes überprüft. Die ungültig vergebenen Codes wurden von der Kollegin korrigiert, was bereits zu einer wesentlich besseren Übereinstimmung führte. In vielen weiteren Fällen näherte sich die Kollegin begründet an die Interpretationen des Autors an, dies gilt insbesondere für *Theorie-/Empiriebezüge*. In einigen wenigen Fällen änderte der Autor seine Kodierungen und näherte sich der Kollegin an. Die Ergebnisse der Inter-coder-Übereinstimmung zwischen der Kollegin und dem Autor nach dem Konsensverfahren sind in Tabelle 20 dargestellt. In dieser Tabelle werden auch die Werte für die Intra-coder-Übereinstimmung mit angeführt, im Rahmen derer der Autor die ausgewählten Videos erneut kodiert hat. Zwischen dem ursprünglichen Kodieren und dem Kodieren für die Berechnung der Übereinstimmung lagen je nach Video 8 bis 16 Monate. Sowohl bei der Inter- als auch bei der Intra-coder-Übereinstimmung wurde bei der Kodierung der Videoaufzeichnungen ein Überlappungsgrad von 50 %²⁴ als Übereinstimmung gewertet. $P\ddot{U}$ und κ_n wurden beide direkt im Programm MAXQDA berechnet, mit dem auch die Videos kodiert wurden (folgenden Abschnitt *Kodieren im Programm MAXQDA 2020*). Für die Darstellung der Ergebnisse wurden lediglich die Sub-Codes in Hauptkategorie 5 berücksichtigt, da diese für die Beantwortung der Forschungsfragen in Fragekomplex 3 zentral sind. Weitere Sub-Codes wurden nicht berücksichtigt. Die berechnete $P\ddot{U}$ und κ_n für Inter- und Intra-coder-Übereinstimmung nach dem Konsensverfahren sind in Tabelle 20 für die jeweiligen Kategorien dargestellt.

²⁴ In den ausgewählten Videos ist ein Ereignis im Durchschnitt 4,5 Sekunden lang. Darunter befinden sich auch viele Ereignisse, die wesentlich kürzer sind. Ein Überlappungsgrad von über 50% führt dazu, dass schon bei einer geringen Abweichung von teilweise wenigen Millisekunden, keine Übereinstimmung mehr vorhanden ist, obwohl von beiden Kodierer*innen die gleiche Stelle mit dem gleichen Code versehen wurde.

Tab. 20: Übersicht über die $P\ddot{U}$ und κ_n für die Inter-coderübereinstimmung nach dem Konsensverfahren sowie die ergänzend ermittelte Intra-coderübereinstimmung in allen Kategorien für drei ausgewählte Videos

Kategorien	Video Sitzung 3				Video Sitzung 11				Video Sitzung 13			
	Autor / Kollegin		Autor / Autor		Autor / Kollegin		Autor / Autor		Autor / Kollegin		Autor / Autor	
	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n	$P\ddot{U}$ [%]	κ_n
H1	92,46	0,92	80,97	0,79	94,55	0,94	98,11	0,98	83,41	0,82	90,05	0,89
H2	92,71	0,92	81,33	0,79	95,00	0,94	100	1,0	85,31	0,84	96,40	0,96
H3	88,36	0,87	77,37	0,75	97,44	0,97	97,44	0,97	71,66	0,69	93,64	0,93
H4	92,54	0,91	81,13	0,78	92,68	0,91	95,45	0,94	64,52	0,62	90,00	0,88
H5	83,17	0,82	73,56	0,71	83,33	0,80	81,82	0,78	66,67	0,48	83,33	0,80
N1	93,60	0,92	81,57	0,79	87,18	0,84	73,68	0,68	81,12	0,78	86,36	0,84
N2	75,00	0,72	70,44	0,66	80,00	0,77	86,96	0,84	59,57	0,52	71,43	0,66
N3	75,61	0,73	79,41	0,76	50,00	0,36	0,00	-0,33	50,00	0,40	90,91	0,89
N4²⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N5	42,11	0,33	25,00	-0,50	-	-	-	-	0,00	-0,16	50,00	0,36

Für hochinferente Kategoriensysteme werden Werte im Bereich $0,750 \geq \kappa \geq 0,600$ als gut angesehen, Werte im Bereich $0,599 \geq \kappa \geq 0,400$ als akzeptabel und Werte darunter als nicht ausreichend (Fischer & Neumann, 2012, S. 127-128). Die berechneten Werte für die Inter-coderübereinstimmung deuten in den meisten Kategorien auf eine gute Übereinstimmung hin. In wenigen Kategorien ist eine schwächere, aber noch akzeptable Übereinstimmung vorhanden. Bei der Intra-coderübereinstimmung befinden sich die meisten Kappa-Werte in einem guten Bereich.

Die teilweise schlechten Werte der Nebenkategorien 3 und 5 in Inter- und Intra-coderübereinstimmung rühren daher, dass nur wenige Codes vergeben wurden und demnach auch schon wenige Codes, die nicht übereinstimmen, zu einer schlechten $P\ddot{U}$ und zu einem noch schlechteren Kappa-Wert führen. So führt z. B. selbst eine $P\ddot{U}$ von 25 % in N5 bei Sitzung 3 zu einem negativen Kappa-Wert.

Auffällig ist, dass die Übereinstimmung zwischen dem Autor und der Kollegin bei dem Video zu Sitzung 13 schlechter ausfällt als in den beiden anderen Videos. Diese Kappa-Werte, die alle noch in einem akzeptablen Bereich sind, sind diskussionswürdig. Zuerst kann für das gesamte ausgewertete Video gesagt werden, dass Sitzung 13 ein hohes Potential für vielfältige

²⁵ Für Nebenkategorie 4 *Angemessenheit* wurden weder vom Autor noch von der Kollegin Codes vergeben, weshalb hier keine Übereinstimmung berechnet werden konnte. In den Videos wurden demnach alle Analysen als angemessen eingestuft.

Analysen durch die Studierenden bietet. Dies kann zur Folge haben, dass auch Kodierer*innen wesentlich facettenreicher interpretieren müssen, was einen Einfluss auf die Inter-coder-Übereinstimmung gehabt haben könnte. Bei genauerer Analyse der stark abweichenden Hauptkategorie 4 ($\kappa_n = 0,62$ vs. ansonsten $\kappa_n = 0,91$) ist auffällig, dass Autor und Kollegin gut in dem Code *fachliche Kompetenz* übereinstimmen, in vielen anderen Codes der Kategorie (z. B. *Motivation/Mitarbeit*) aber teilweise zu 0,00 % übereinstimmen. Diese wurden lediglich vereinzelt vergeben, beeinflussen aber die gesamte Beurteiler-Übereinstimmung in der Kategorie. Hauptkategorie 5 liegt bei Video 13 mit einem $\kappa_n = 0,48$ ebenfalls weit unter den vorherigen Übereinstimmungswerten. Dieser auffällig schlechtere Wert rührt vermutlich daher, dass in dem analysierten Video zwar Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden können, diese aber nicht so eindeutig wie in den Videos zu den Sitzungen 3 und 11 zu identifizieren sind und insbesondere hier mehr interpretiert werden muss. Außerdem wurden im gesamten Video von beiden Kodierer*innen gemeinsam insgesamt nur 15 Codes der Kategorie vergeben. So beeinflussen auch schon wenige Nicht-Übereinstimmungen den Kappa-Wert negativ²⁶. Nebenkategorie 2 *Differenziertheit* hebt sich mit $\kappa_n = 0,52$ ebenfalls von den Werten zu den beiden anderen Videos ($\kappa_n = 0,72$; $\kappa_n = 0,77$) deutlich ab. Bei der Beurteiler-Übereinstimmung zu dieser Kategorie ist besonders auffällig, dass die berechneten Übereinstimmungen für Codes, die der einen Studierenden²⁷ zugewiesen wurden, gut sind, während die für die andere Studierende eher schlecht ausfallen. Anscheinend sind die Übereinstimmungswerte also von den ausgewerteten Personen abhängig. Eine genaue Ursache hierfür ist in der Auswertung nicht zu erkennen.

Da insbesondere die Kategorien H2 *Analyse* und H5 *Theorie-/Empiriebezüge* für diese Arbeit hochrelevant sind, werden diese hier noch einmal gesondert hervorgehoben: Besonders H2 *Analyse* hat bei der Inter- und Intracoder-Übereinstimmung für alle Videos einen guten Wert. Dies sieht bei H5 *Theorie-/Empiriebezüge* ähnlich aus. Während die Intracoder-Übereinstimmung durchgängig gut ist, liefert die Übereinstimmung zwischen dem Autor und der Kollegin nur bei dem Video zu Sitzung 13 in dieser Kategorie einen weniger guten Kappa-Wert von $\kappa_n = 0,48$, der weiter oben bereits diskutiert wurde. Die Kappa-Werte für Kategorie H5, die insbesondere die Codes zu Learning Progressions beinhalten, sind besonders aussagekräftig, da auch die Unterkategorien berücksichtigt wurden.

An dieser Stelle wird für die Güte des Kategoriensystems noch abschließend angemerkt, dass für die vorstrukturierende Kodierung durch Kategorie 0 *Merkmale der Situation* keine Übereinstimmung berechnet wurde. Diese Kategorie diente nur zur Identifikation von Arbeitsphasen, Aufgaben und Redeanteilen der Dozentin. Für die Kodierung durch die Kollegin wurden diese bereits durch den Autor im Vorfeld vergeben. Die Kollegin hatte jedoch die

²⁶ Zum Vergleich: Für das Video zu Sitzung 3 haben beide Kodierer*innen gemeinsam 101 Codes der Kategorie H5 vergeben. Für das Video zu Sitzung 11, welches wesentlich kürzer ist als das zu Sitzung 13, waren es 24 Codes.

²⁷ Die beiden Studierenden in dem Video haben sich selbst als weiblich identifiziert, weshalb an dieser Stelle auf den Genderstern (*) verzichtet und sich für eine weibliche Anrede entschieden wurde.

Möglichkeit, die vorstrukturierenden Codes bei Bedarf zu ändern. Diese Möglichkeit wurde nicht genutzt. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass die strukturierenden Merkmale alleamt gut erfasst wurden.

Bei der Güte für das Kategoriensystem wird davon ausgegangen, dass auch die Kodierung der schriftlichen Aufzeichnungen der Studierenden damit gut erfolgen kann. Trotzdem wurde auch hier versucht, die Güte noch einmal gesondert einzuschätzen, um sicher zu gehen, dass keine großen Abweichungen entstehen. Hierzu kodierte die Kollegin exemplarisch zwei schriftliche Aufzeichnungen aus Sitzung 11 und Sitzung 13. Das Einschätzen der Güte gestaltete sich als besonders schwierig, da hierzu die Überlappung von durch die Kodierenden markierten Flächen auf den eingescannten Arbeitsblättern berechnet werden musste (vgl. folgenden Abschnitt *Kodieren im Programm MAXQDA 2020*) und die Abweichungen bei den markierten Abschnitten in der Regel wesentlich größer sind als bei den Videos. Zum Berechnen der *PÜ* wurde deshalb zweimal die Übereinstimmung berechnet und zwar einmal mit einem Überlappungsgrad von 50 % und einmal mit 30 %. Die Ergebnisse hierzu werden nur zusammenfassend berichtet.

Schon bei einem Überlappungsgrad von 50 % war für beide kodierten schriftlichen Aufzeichnungen auffällig, dass viele Kategorien gute *PÜ* und Kappa-Werte aufwiesen. Dabei war jedoch deutlich zu erkennen, dass auch hier die Übereinstimmung bei Aufzeichnungen zu Sitzung 13 deutlich schlechter ausfielen als zu Sitzung 11. Dies war insbesondere für die Nebenkategorien der Fall. Bei einem Überlappungsgrad von 30 % verbesserten sich diese Werte noch einmal deutlich und waren zumindest für die schriftlichen Aufzeichnungen zu Sitzung 11 oft denen in Tabelle 20 ähnlich. Ausnahmen bildeten dabei wieder Codes, die nur wenig vergeben wurden. Besonders auffällig war dabei, dass die Übereinstimmungen der Learning Progression-Codes bei 100 % lag. Dies rührt vermutlich daher, dass die Nutzung von *Learning Progressions* in den schriftlichen Aufzeichnungen leichter zu identifizieren sind. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für die schriftlichen Aufzeichnungen zumindest ein ähnlicher Trend wie bei den Videoaufzeichnungen zu erkennen ist. Insbesondere, weil für das Kategoriensystem bei den schriftlichen Aufzeichnungen zu Sitzung 11 gute Werte herauskamen und die Kategorien auch schon bei den Videoaufzeichnungen in den Inter- und Intracoderübereinstimmungen gut funktioniert hat, wird davon ausgegangen, dass es auch auf die restlichen schriftlichen Aufzeichnungen gut anwendbar ist.

Kodieren im Programm MAXQDA 2020

Sowohl die Videodaten als auch die schriftlichen Aufzeichnungen wurden mit dem Programm MAXQDA 2020 (VERBI GmbH, 2020) ausgewertet. Hierbei bietet MAXQDA den Vorteil, dass man damit verschiedene Dateiformate qualitativ untersuchen kann, was für die parallele Analyse der Videodaten und der eingescannten schriftlichen Aufzeichnungen (PDF-Format, Microsoft Word-Dokument) wichtig ist. Für die Analyse der Daten wurde für jede*n Studierende*n im Programm ein eigener Codebaum angelegt. Beim Kodieren der Videodaten wurden Ereignisse direkt im Video markiert – Aussagen der Studierenden konnten

so bis auf das Wort genau ausgewählt werden. Den markierten Abschnitten wurden dann Codes zugewiesen. Eine ähnliche Vorgehensweise fand beim Auswerten der schriftlichen Aufzeichnungen statt. Bei den eingescannten schriftlichen Aufzeichnungen als PDF, wurde die Stelle im PDF markiert. Bei einem Microsoft-Word-Dokument wurden einzelne Buchstaben im Text markiert. Den markierten Stellen wurden Codes zugewiesen. In Abbildung 22 ist exemplarisch die für die Auswertung relevante Oberfläche von MAXQDA für die Kodierung der Videos abgebildet. Beim Kodieren wurden Stellen im Video (rechts) markiert, dann wurden die dazu passenden Codes aus dem Codebaum (links) auf die markierte Stelle gezogen. Deutlich zu erkennen sind die markierten Stellen im Video, die mit farblich verschiedenen Codes kodiert wurden.

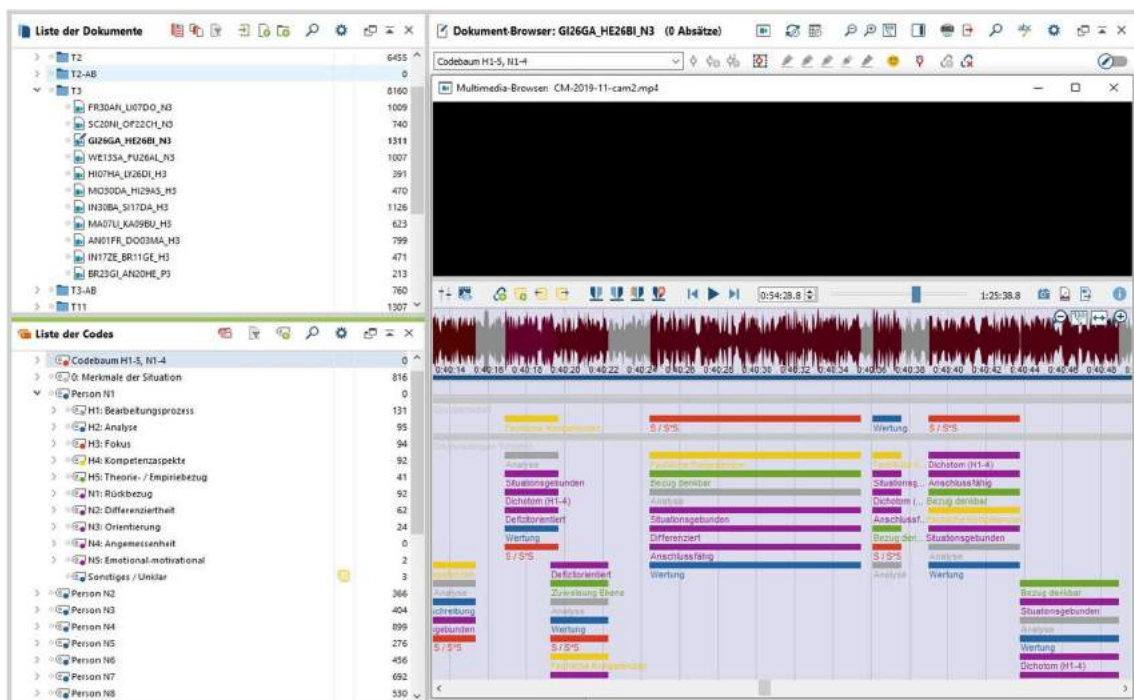


Abb. 22: Ausschnitt aus der Benutzeroberfläche des Programms MAXQDA 2020 mit der Liste der Dokumente, Liste der Codes und dem Dokument- bzw. Multimedia-Browser

MAXQDA bietet neben dem Kodieren des Datenmaterials auch verschiedene Möglichkeiten, die kodierten Daten direkt im Programm auszuwerten und aufzubereiten. Beispielsweise ist es für die Beantwortung der Forschungsfragen in Fragenkomplex 1 nötig, die Anzahl der identifizierten Komponenten (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz) auszulesen. Dies ist mit dem Programm möglich, da personengebunden, für einzelne Gruppen oder über alle Studierenden hinweg die vergebenen Codes ausgezählt werden können. Als Funktion wurde außerdem insbesondere das Identifizieren von Überschneidungen von Codes genutzt. Dies ist beispielsweise nötig, um die Differenziertheit der Nutzung der Learning Progression bestimmen zu können. Außerdem konnte so direkt im Programm die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung durchgeführt werden (vgl. vorherigen Abschnitt zu Beurteilerübereinstimmung). Durch das Identifizieren von Überschneidungen konnte z. B. auch analysiert

werden, welche Codes wie oft bei Studierenden zu einer bestimmten Aufgabe vergeben wurden welchen Inhalt die jeweiligen Komponenten hatten.

4.3.2 Qualitative Analyse der Nutzung der Learning Progression

Die Sub-Codes des Codes zu *Learning Progressions* im Kodiersystem reichen nicht aus, um die Forschungsfragen in Fragenkomplex 3 zufriedenstellend zu beantworten.²⁸ Zwar lässt sich damit identifizieren, ob die Studierenden *Learning Progressions* nutzen, inhaltlich kann damit aber z. B. nicht in Gänze nachvollzogen werden, auf welche Teile der *Learning Progression* die Studierenden fokussieren oder wie sie mit der *Learning Progression* zu ihren Deutungen gelangen. Um die Nutzung der Learning Progression genauer erfassen zu können, wurde ein qualitatives Verfahren genutzt, welches im Folgenden beschrieben wird.

Der Ausgangspunkt für das Vorgehen ist die Kodierung mit dem bereits eingesetzten Kategoriensystem. Zuerst wurden in den Videodaten Ereignisse, die mit Codes zu Learning Progressions markiert wurden, herausgesucht. Diese wurden dann für jede analysierte Studierendengruppe transkribiert. Dabei wurde darauf geachtet, dass nicht nur das mit dem Code markierte Gesprochene transkribiert wurde, sondern auch Aussagen vor und nach den identifizierten Analyseeinheiten, um die Äußerungen zu den Learning Progressions im Kontext besser interpretieren zu können. Auch nonverbale Aktivitäten, insbesondere das Interagieren mit der Learning Progression, wie z. B. das Zeigen auf eine Ebene der Learning Progression, wurde mit transkribiert und als nonverbale Aktivität markiert. Exemplarisch für die so entstandenen Transkripte ist in Abbildung 23 der Ausschnitt aus einem Transkript zu sehen.

In den Transkripten stellen die Rauten (#) die Zeitmarken dar, zu denen im Video ein Code zu Learning Progressions vergeben und danach transkribiert wurde. Äußerungen, die nur auf Grund des Kontextes mit transkribiert wurden, haben keine Zeitmarke erhalten. Die jeweiligen Studierenden sind mit einem Buchstaben und einer Nummer versehen, in diesem Fall z. B. H7 für die*den siebte*n Studierende*n aus der Haupterhebung. Nonverbale Aktivitäten oder andere Interpretationen des Autors werden in eckigen Klammern ([]) dargestellt. Wörtlich wiedergegebene Aussagen von Dritten oder das Vorlesen einer Aufgabenstellung werden in Anführungszeichen („“) gesetzt. Zusätzlich wurden die Transkripte in Abschnitte unterteilt. Zwischen solchen Abschnitten befindet sich entweder eine längere Redepause der Studierenden oder die Studierenden thematisieren keine *Learning Progressions*. Die Abschnitte sind mit Linien voneinander abgetrennt. In Abbildung 23 endet z. B. ein Abschnitt nach der Aussage bei Zeitmarke 0:21:47.3 und ein neuer Abschnitt startet bei 0:22:26.5.

²⁸ Hierbei handelt es sich um die Sub-Codes *Nennung Learning Progression*, *Zuweisung Ebene*, *Verteilte Ebene* und *Bezug denkbar*; siehe auch Kodiermanual in Anhang C.

1	#0:20:48.2# H8: Also sie, sie glaubt schon, dass Kraft immer mit Bewegung irgendwie verbunden ist, oder?
2	#0:20:56.7# H7: Sie versteht, dass mehrere Kräfte wirken können,
3	#0:21:01.1# H7: aber sie meint, dass die resultierende Kraft immer in Bewegungsrichtung sein muss.
4	#0:21:08.0# H7: Das wäre ja. Das taucht doch irgendwo auf. [Zeigt auf Learning Progression] "Die Richtung der resultierenden Kraft entspricht der Richtung der Geschwindigkeit".
5	H8: Wobei, ist es Geschwindigkeit oder ist es noch Bewegung bei ihr. Ich weiß es nicht, ist schwer zu erkennen aus ihren Antworten.
6	#0:21:36.8# H7: Ja, das hat sie ja auch verstanden: "Es können Kräfte in eine andere Richtung wirken als die Richtung der Geschwindigkeit". Weil sie ja schon versteht, dass Gravitationskraft nach unten wirkt.
7	#0:21:47.3# H8: Ja, auf jeden Fall hat sie verstanden, dass mehrere Kräfte wirken können.
8	#0:22:26.5# H7: Das ist ja auch so ein bisschen die Vorstellung "Kräfte werden durch Ziehen oder Drücken ausgeübt. Also, dass dauerhaft irgendwie.
9	#0:22:34.1# H8: Ja, ich weiß nicht, ob das tatsächlich Ziehen oder Drücken sein muss bei ihr.
10	#0:22:41.6# H8: Ja, dass Kräfte eine Richtung haben, das ist denke ich schon rausgekommen. Also das hat sie schon gesagt.
	#0:22:47.4# H8: Sie hat ja gesagt, dass [unverständlich].
	#0:22:49.4# H8: Also das hat sie ja auch verstanden eigentlich.

Abb. 23: Exemplarischer Ausschnitt aus den transkribierten Learning Progression-Codes

In einem induktiven Verfahren wurden sowohl vom Autor als auch von insgesamt acht weiteren, in Paaren zusammengeführten, Wissenschaftler*innen des Institutes für Didaktik der Physik der Justus-Liebig-Universität Gießen unabhängig voneinander an einem exemplarisch ausgewählten Transkript aus Beobachtersicht zentrale Elemente des inhaltlichen und strukturellen Umgangs der Studierenden mit der *Learning Progression* herauspräpariert. Es zeigte sich einerseits, dass ähnliche Aspekte von den verschiedenen Gruppen erfasst wurden, und andererseits, dass sich diese in spezifischen Leitfragen verdichten ließen, die die weitere interpretative Analyse der Transkripte durch den Autor geleitet haben:

- Worauf fokussieren die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?
- Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?
- Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?
- Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?²⁹

Für jede Gruppe, darin aber für jede*n Studierende*n getrennt, wurden die aus den Transkripten qualitativ gewonnenen Antworten auf die Leitfragen in einem Fallbericht abgebildet. Exemplarisch ist ein Ausschnitt aus einem Bericht in Abbildung 24 dargestellt (alle Berichte sind in Anhang E zu finden). Ein ähnliches Vorgehen des Verdichtens von Daten wird auch

²⁹ Das Kategoriensystem bildet in der Nebenkategorie 4 *Angemessenheit* bereits ab, ob eine Äußerung angemessen oder unangemessen ist. Dabei handelt es sich aber bei der Identifikation einer unangemessenen Äußerung um eine offensichtlich grob unangemessene Analyse, z. B., wenn das fachliche Verständnis von Schüler*innen stark überschätzt wird (vgl. Kodiernaval). In der Analyse der Transkripte geht es um eine feinere Abstufung, in denen z. B. genauer auf die Wortwahl oder die Argumentationsstruktur der Analyse geachtet wird.

von Mayring (2015, S. 69-85) für die zusammenfassende qualitative Inhaltsanalyse beschrieben. Darin sollen, basierend auf Fragestellungen, einzelne Abschnitte der Daten auf den Inhalt beschränkt knapp umschrieben (paraphrasiert) werden.

Sitzung 3, Gruppe IN30BA, SI17DA (H7, H8)	
- Video Ball/Stein -	
<i>Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?</i>	
H7: Mehrere Kräfte können wirken [2]	
H8: Verbindung von Kraft und Bewegung [1]	
<i>Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?</i>	
H7	H8
<u>Eigene Deutung:</u> Mehrere Kräfte können wirken [2]	<u>Eigene Deutung:</u> „Kraft und Bewegung verbunden“ [1]
<u>Eigene Deutung:</u> Resultierende Kraft in Bewegungsrichtung [3]	<u>Von LP auf Daten:</u> Geschwindigkeit oder Bewegung? [5]
<u>Von Daten auf LP:</u> Resultierende Kraft Richtung der Geschwindigkeit [4]	<u>Von LP auf Daten:</u> Mehrere Kräfte können wirken [7]
<u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte können in eine andere Richtung wirken als Richtung Geschwindigkeit [6]	<u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte haben eine Richtung [10]
<u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte durch Ziehen und Drücken [8]	<u>Greift Deutung von H7 auf:</u> Resultierende Kraft Richtung Bewegung [12]
<u>Von LP auf Daten:</u> Suchen Belege im Transkript für die aus LP generierte Aussage zu Kraft in Bewegungsrichtung [14]	<u>Von LP auf Daten:</u> Suchen Belege im Transkript für die aus LP generierte Aussage zu Kraft in Bewegungsrichtung [14]
<u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin eher bei Bewegung und nicht bei Geschwindigkeit [16]	
<u>Von LP auf Daten:</u> Kraft übertragen, wenn Kontakt da ist. [16]	
<u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte werden von einem Objekt ausgeübt und wirken auf ein anderes Objekt. [17]	
<u>Eigene Deutung:</u> Schülerin hat Reibungsfreiheit verstanden	

Abb. 24: Exemplarischer Ausschnitt aus dem Bericht der Gruppe IN30BA und SI17DA zur Nutzung der Learning Progression

Die so entstandenen Fallberichte wurden einerseits dazu genutzt, um die Nutzung der *Learning Progression* der einzelnen Studierenden genauer beschreiben zu können. Andererseits wurden sie auch genutzt, um einzelne Studierende und Gruppen miteinander in Relation setzen zu können. Im Folgenden wird, nach den vier spezifischen Leitfragen geordnet, beschrieben, wie die Berichte weiter ausgewertet wurden.

Worauf fokussieren die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

Die Antworten auf die erste Leitfrage wurden gegenübergestellt und miteinander verglichen. Dabei wurde untersucht, ob es Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Studierenden und zwischen den Gruppen gab.³⁰

³⁰ In den Berichten wurde die erste Leitfrage zwar konsequent beantwortet, allerdings wurde sie für die Auswertung nicht weiter herangezogen.

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

Die Berichte wurden mit Hilfe eines Kategoriensystems im Programm MAXQDA ausgewertet (vgl. vorheriger Abschnitt *Kodieren im Programm MAXQDA 2020*). Dafür wurden induktiv drei Codes gebildet (Tab. 21):³¹

Tab. 21: Übersicht über die drei Codes zum kodieren der LP-Berichte

Code	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Von X auf Learning Progression	Die Studierenden identifizieren Schülerverständnis in den Daten oder in einer vorher geäußerten Komponente (z. B. Deutung) und verorten es in der Learning Progression.	In den Berichten ist die Äußerung mit „Von X auf LP“ gekennzeichnet.	• Von Daten auf LP: Resultierende Kraft in Richtung der Geschwindigkeit • Von Deutung auf LP: Ebene 2, Bewegung gleich aktive Kraft
Von Learning Progression auf X	Die Studierenden nutzen die Learning Progression, um Schülerverständnis in den Daten oder in einer vorher geäußerten Komponente (z. B. Deutung) zu identifizieren.	In den Berichten ist die Äußerung mit „Von LP auf X“ gekennzeichnet.	• Von LP auf Daten: Kraft übertragen, wenn Kontakt da ist • Von LP auf Daten: Zu Richtung findet man nichts in Daten
Eigen	Die Studierenden äußern eine eigene Beobachtung/Deutung/Ursache/Konsequenz, die zwar Inhalte der Learning Progression enthält, aber nicht in die beiden anderen Codes passen und eher daher rührt, dass die Studierenden eigene Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen generieren.	In den Berichten ist die Äußerung mit „Eigene X“ gekennzeichnet.	• Eigene Deutung: Resultierende Kraft in Bewegungsrichtung • Eigene Deutung: Schüler hat Reibungsfreiheit verstanden

In den Berichten wurden die jeweiligen Stellen direkt mit den jeweilig passenden Codes markiert. Mit dem Programm MAXQDA können darauf basierend die Häufigkeiten der Codes für die verschiedenen Personen bzw. die Gruppen ausgelesen werden.

³¹ Die drei induktiven Codes wurden bereits beim Erstellen der Berichte genutzt, um identifizieren zu können, um welche Art der Äußerung es sich handelt.

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

Für diese Frage wurden ebenfalls die dazu passenden Teile der Berichte in MAXQDA kodiert. Dazu wurde im Datenmaterial immer die jeweiligen Abschnitte markiert, also die Wörter *Kraft*, *Bewegung* oder *Zusammenhang Kraft-Bewegung*. So kann ebenfalls mit MAXQDA ausgelesen werden, welche Themenbereiche für die verschiedenen Personen bzw. für die Gruppen zu den jeweiligen Aufgaben auftauchen. Dabei ist wichtig anzumerken, dass diese Art der Kodierung nur dafür geeignet ist zu identifizieren, welche Themenbereiche genutzt wurden. Wie oft diese von den Studierenden thematisiert wurden, kann damit nicht untersucht werden, da immer nur kodiert wird, ob die Studierenden in einer Aufgabe einen Themenbereich nutzen oder nicht nutzen.

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Beim Erstellen der Berichte wurde subjektiv von dem Autor eingeschätzt, ob eine Äußerung als angemessen oder unangemessen gewertet wird. Dazu wurde auch eine Begründung notiert. Vergleiche zwischen den verschiedenen unangemessenen Äußerungen werden nicht gemacht, sie werden lediglich bei der Darstellung der Ergebnisse aufgegriffen und diskutiert.

5 Darstellung und Diskussion der Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie orientiert an den Forschungsfragen (vgl. Kap. 3) vorgestellt und diskutiert. Dabei wird insbesondere auf die kategorienbasierten Analysen der Videoaufzeichnungen und der schriftlichen Aufzeichnungen eingegangen. Zuerst werden die Häufigkeiten der von den Studierenden genutzten Komponenten in Verbindung mit den Diagnoseanlässen (Aufgaben) thematisiert (Fragenkomplex 1). Um die Ergebnisse besser in Verbindung mit den Aufgaben bringen zu können, werden diese noch einmal genauer dargestellt. Darauf aufbauend wird zunächst oberflächlich der Inhalt der Analysen der Studierenden thematisiert (Forschungsfrage 1.2.1). Der Fokus richtet sich dann detaillierter insbesondere auf das Auftreten von Theorie-/Empiriebezüge (Fragenkomplex 2) und hier wiederum genauer auf die Nutzung von *Learning Progressions* (Fragenkomplex 3). Am Ende des Kapitels werden die Ergebnisse zu der qualitativen Auswertung der *Learning Progression*-Nutzung berichtet (Fragenkomplex 3).

5.1 Auftreten von Komponenten

Diagnoseprozesse kennzeichnen u. a., dass in ihnen die Erhebung bzw. Sichtung von diagnostisch relevanten Daten mit interpretativen Prozessen sowie der Ableitung von Fördermaßnahmen verbunden wird. Im Rahmen der Arbeit wird dieser Diagnoseprozess über Komponenten operationalisiert (*Daten, Beobachtungen, Deutungen, Ursachen, Konsequenzen*, siehe Kap. 2.3.3), um einerseits Studierende in der strukturierten Diagnostik zu unterstützen und andererseits, um diagnostische Prozesse auszuwerten. In diesem Kontext ergeben sich folgende Forschungsfragen:

F1.1 Wie häufig treten Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen im Diagnoseprozess der Studierenden (im Verhältnis zueinander)...

(a)...im Mittel auf?

(b)...für verschiedene Studierende zum gleichen Diagnoseanlass auf?

(c)...für einzelne Studierende zu unterschiedlichen Diagnoseanlässen auf?

F1.1.1 Wie unterscheidet sich das Auftreten der einzelnen Komponenten zu unterschiedlichen Zeitpunkten...

(a)...im Mittel?

(b)...für einzelne Studierende?

F1.1.2 Unter welchen Umständen (z. B. unterschiedliche Aufgabenformate für Studierende) treten bestimmte Komponenten (auch in Relation zu anderen Komponenten) im Diagnoseprozess der Studierenden auf?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen werden Komponenten in den Videoaufzeichnungen und den schriftlichen Aufzeichnungen der Studierenden identifiziert sowie deren absolute Häufigkeiten und relative Anteile an allen auftretenden Komponenten bestimmt. Diese Ergebnisse werden im Zusammenhang mit den von den Studierenden bearbeiteten Aufgaben dargestellt.

Um die Ergebnisse später besser einordnen zu können, werden dazu die jeweiligen Aufgaben noch einmal detaillierter beschrieben (einen ersten Einblick in die Aufgaben lieferte bereits Kap. 4.1.1). Dies ermöglicht, die vorliegenden Aufgabenstellungen besser nachvollziehen zu können. Im Folgenden werden zuerst immer die jeweiligen Aufgaben dargestellt. Danach werden zu den jeweils passenden Aufgaben die Ergebnisse zu dem Auftreten der Komponenten aufgeführt.³² Beim Interpretieren der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass einige Aufgaben in Partnerarbeit bearbeitet und auf Video aufgezeichnet wurden – in diesen Fällen sind auch schriftliche Aufzeichnungen vorhanden, die in Partnerarbeit entstanden sind (dies ist der Fall für die Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*, für die letzte Bearbeitungsphase von Aufgabe modifiziertes Transkript *Ball/Stein* und Aufgabe *Kreisbewegung*). Gleichzeitig gibt es auch schriftliche Aufzeichnungen, die in Einzelarbeit entstanden sind (die ersten beiden Bearbeitungsphasen von Aufgabe modifiziertes Transkript *Ball/Stein* und Aufgabe *Luftkissenbahn*). Außerdem muss bedacht werden, dass für die schriftlichen Aufzeichnungen generell keine *Beobachtungen* kodiert wurden, da das Identifizieren von solchen in schriftlichen Aufzeichnungen nicht treffsicher möglich ist.³³ Dies ist insbesondere für das Gegenüberstellen der Videoaufzeichnungen und schriftlichen Aufzeichnungen wichtig.

5.1.1 Komponenten – Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*

Die Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* in Sitzung 3 (vgl. Kap. 4) sind zwei verschiedene Analysen, die jedoch direkt hintereinander im Zuge einer Aufgabenstellung stattfinden. Dabei wurde den Studierenden gesagt, dass sie zuerst *Ball/Stein* und danach *Schlitten* bearbeiten sollten. Die genaue Instruktion, die Inhalte der Videos bzw. Transkripte sowie weitere Materialien, die sie dabei zu Verfügung hatten, sind in Tabelle 22 aufgeführt.

³² Die Aufgaben werden für die Darstellung der Ergebnisse nur einmalig in Kapitel 5.1 dargestellt. Die daran anschließenden berichteten Ergebnisse werden ebenfalls in Verbindung mit diesen Aufgaben gebracht, aber nicht erneut dargestellt.

³³ Es wurde darüber nachgedacht, Unterstreichungen und farbliche Markierungen als *Beobachtungen* zu werten. Dies wurde jedoch nicht realisiert, da Unterstreichungen und Markierungen auch andere Intentionen als *Beobachtungen* haben können und man deshalb nicht immer von einer *Beobachtung* ausgehen kann. Lediglich zur Aufgabe *Luftkissenbahn* konnten in den schriftlichen Aufzeichnungen *Beobachtungen* identifiziert werden, die jedoch in diesem Kapitel nicht immer berücksichtigt werden.

Tab. 22: Kurzbeschreibung der Aufgabe zu Ball/Stein und Schlitten in Sitzung 3

Aufgabe Ball/Stein bzw. Schlitten – Sitzung 3	
Vorherige Tätigkeit:	Studierende diskutieren in Gruppen, wie die <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> und <i>Learning Progressions</i> allgemein beim Diagnostizieren helfen können.
Aufgabe im Wortlaut:	Diagnostizieren Sie das Verständnis der Schüler*innen mithilfe der Ebenen aus der <i>Learning Progression</i> . Bearbeitungszeit: 45 min [für Ball/Stein und Schlitten]
Inhalt 1 <i>Ball/Stein</i>	Das Video zeigt eine US-amerikanische Schülerin (ca. 14 Jahre alt), die von einer Person in einem kognitiven Interview zu Aufgaben befragt wird, die die Schülerin in einem vorherigen Unterricht bearbeitet hat. Das Video ist in Englisch und beinhaltet einen Untertitel. Das Transkript ist im Original und hat eine deutsche Übersetzung, die von einem Übersetzer angefertigt und von der Dozentin auf inhaltliche Fehler kontrolliert wurde. Bei der thematisierten Aufgabe für die Schülerin geht es darum, welche Kräfte auf einen Ball wirken, nachdem dieser von einer Person auf den Boden geprellt wurde und sich nach dem Aufprallen in der Luft befindet. Außerdem wird eine Aufgabe thematisiert, bei der es darum geht, welche Kräfte auf einen Stein wirken, nachdem dieser von einer Person nach oben geworfen wurde und sich nun in der Luft befindet. Die Schülerin artikuliert dabei, dass sie der Meinung ist, dass die Gravitationskraft und die Kraft der jeweiligen Personen auf den Stein, bzw. auf den Ball wirken. Gleichzeitig sagt sie jedoch auch, dass sie weiß, dass diese Antwort falsch ist und nur die Gravitationskraft wirkt. [Dauer des Videos: ca. 4 Minuten]
Inhalt 2 <i>Schlitten</i>	Das Video zeigt einen US-amerikanischen Schüler (ca. 14 Jahre alt), der sich wie Schülerin 1 in einer Interviewsituation befindet (vgl. Inhalt 1). Video und Transkript stehen in gleicher Form wie bei Inhalt 1 zu Verfügung. Bei der thematisierten Aufgabe für den Schüler geht es darum, welche Kräfte auf einen Raketenschlitten wirken, der auf einer reibungsfreien Fläche fährt und schneller wird. Der Schüler gibt dabei keine konsistenten Antworten, u. a. sagt er, dass der Schlitten beschleunigen wird, sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und die Kraft des Motors steigt. [Dauer des Videos: ca. 1:30 Minuten]
Materialien	• Transkript auf Englisch (Original) und in Deutsch³⁴ • <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> (Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018) • Ein Diagnosebogen, der durch Leitfragen die Komponenten Deutung, Ursache und Konsequenz abbildet, z. B. „Was könnten Gründe dafür

³⁴ Die Transkripte sind in dieser Arbeit nicht abgebildet und können bei Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter angefragt werden.

Aufgabe *Ball/Stein* bzw. *Schlitten* – Sitzung 3

sein, dass die*der Schüler*in bestimmte physikalische Ideen (noch nicht) verstanden hat?“ für Ursachen (vgl. Anhang D)³⁵

Die Studierenden konnten die Bearbeitungszeit für die jeweiligen Aufgaben in den zur Verfügung stehenden 45 Minuten selbst einteilen. In der Regel wurde dabei mehr Zeit für die Aufgabe *Ball/Stein* aufgewendet; die Aufgabe *Schlitten* wurde teilweise nur wenige Minuten oder gar nicht bearbeitet. Die Ergebnisse zu den beiden Aufgaben werden voneinander getrennt dargestellt, da es zwei verschiedene Diagnoseanlässe sind.

Im Folgenden werden die Häufigkeiten der identifizierten Komponenten für die einzelnen Studierenden zu den beiden Aufgaben dargestellt. In Abbildung 25 ist die Anzahl der Komponenten für die jeweiligen Studierenden für die Aufgabe *Ball/Stein* in zwei Diagrammen abgebildet. Die jeweiligen Komponenten sind darin in verschiedenen abgestuften Grautönen und in Schwarz dargestellt. Im oberen Diagramm sind die identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen (Partnerarbeiten) abgebildet. Die Anzahl der identifizierten Komponenten ist auf der y-Achse, die jeweiligen Studierenden sind auf der x-Achse aufgetragen. Studierende, die in einer Gruppe gearbeitet haben, sind nebeneinander angeordnet, die Gruppen sind durch gestrichelte Linien abgegrenzt. Bei der Anzahl handelt es sich um die Summe der jeweiligen Komponenten pro Person. Z. B. wurde bei IN17ZE in dem gesamten aufgezeichneten Video zu *Ball/Stein* sechs Deutungen, keine Ursachen, zwölf Konsequenzen und eine Beobachtung, also insgesamt 19 Komponenten identifiziert. Um optisch einen besseren Vergleich mit den Ergebnissen der schriftlichen Aufzeichnungen zu ermöglichen, werden die Beobachtungen in den Balken in Weiß mit einer gestrichelten Umrandung dargestellt. Unter der Legende des Diagramms befinden sich die arithmetischen Mittelwerte (M) der jeweiligen Komponenten. Diese geben an, wie oft die jeweilige Komponente im Mittel zu der Aufgabe identifiziert wurde. Zusätzlich wird auch die jeweilige Standardabweichung (SD) angegeben. In dem unteren Diagramm in der Abbildung sind die identifizierten Komponenten in den schriftlichen Aufzeichnungen, die während der Partnerarbeiten entstanden sind, in gleicher Weise angegeben. Hier wurde auf die Darstellung der Beobachtungen verzichtet, da diese in den schriftlichen Aufzeichnungen generell nicht identifiziert wurden. In Abbildung 26 finden sich die identifizierten Komponenten zur Aufgabe *Schlitten*.

³⁵ Der Diagnosebogen thematisiert die Komponenten *Deutung*, *Ursache* und *Konsequenz*; gleichermaßen, die Leitfragen für die Konsequenzen sind jedoch für eine optionale Bearbeitung für die Studierenden vorgesehen, wenn sie diese zeitlich bearbeiten können.

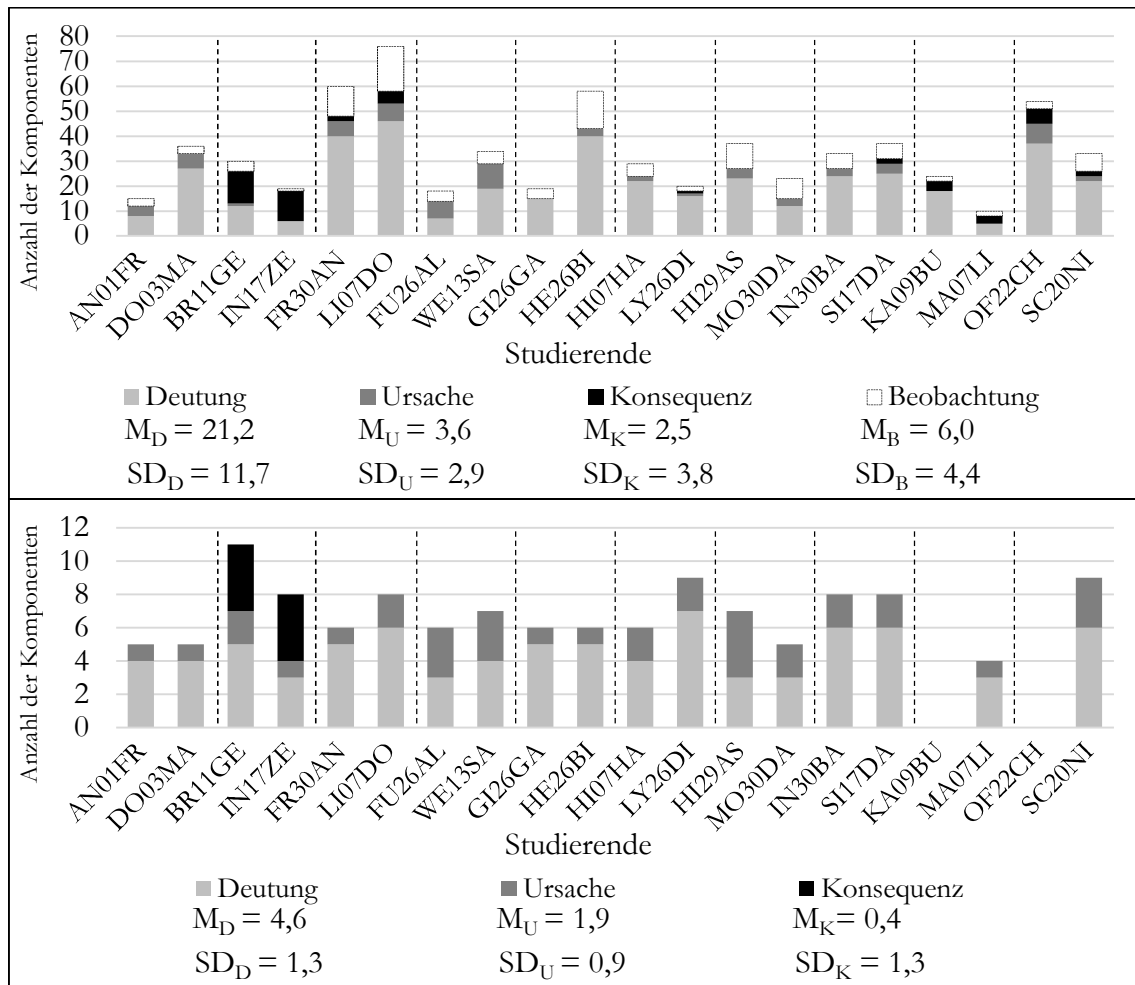


Abb. 25: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 665 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 124 Komponenten) von $N = 20$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

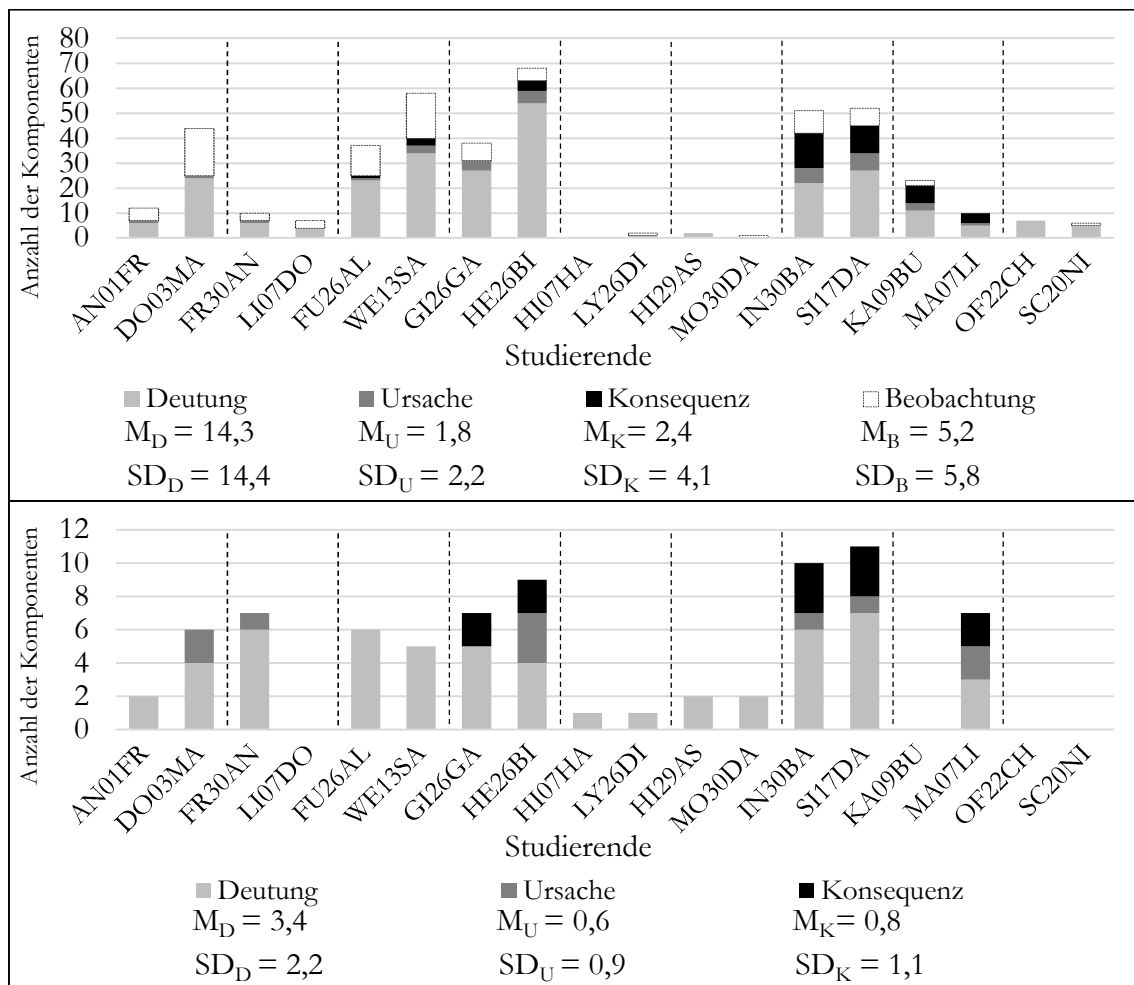


Abb. 26: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 428 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 76 Komponenten) von $N = 18$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

In den Abbildungen 25 und 26 ist zu erkennen, dass bei den einzelnen Studierenden in den Videoaufzeichnungen in der Regel wesentlich mehr Komponenten identifiziert werden konnten als in den schriftlichen Aufzeichnungen. Deutungen werden sowohl in den Videoaufzeichnungen als auch in den schriftlichen Aufzeichnungen zu beiden Aufgaben von den Studierenden am meisten geäußert. Insgesamt macht HE26BI die meisten identifizierbaren Deutungen: 40 Deutungen im Video zu Aufgabe *Ball/Stein* und 54 Deutungen im Video zu Aufgabe *Schlitten*. Es ist zu erkennen, dass die Studierenden mit vielen Deutungen (z. B. FR30AN, LI07DO, HE26BI oder OF22CH mit jeweils über 35 Deutungen zu *Ball/Stein*) auch oft die Studierenden sind, die in den Videoaufzeichnungen die meisten Beobachtungen adressieren (z. B. FR30AN, LI07DO, HE26BI und HI29AS mit jeweils über 10 Beobachtungen zu *Ball/Stein*). Aus den berechneten Mittelwerten lässt sich ableiten, dass Beobachtungen von den Studierenden weniger als Deutungen adressiert werden, aber wiederum mehr als Ursachen und Konsequenzen. Wichtig ist dabei jedoch zu bedenken, dass in dieser Art

der Auswertung nicht darauf geachtet wird, ob inhaltlich gleiche *Beobachtungen*, *Deutungen*, etc. wiederholt werden. Eine höhere Anzahl einer Komponente muss also nicht zwingend mit entsprechend vielen *unterschiedlichen* Inhalten dieser Komponente einhergehen.

Bei den Ursachen gibt es keine Person, die sich von den anderen besonders abhebt. Allerdings konnte für alle Studierenden über die beiden Aufgaben hinweg mindestens eine Ursache in den Videoaufzeichnungen oder den schriftlichen Aufzeichnungen identifiziert werden. Für WE13SA wurden mit zehn Ursachen in den Videoaufzeichnungen zu Aufgabe *Ball/Stein* die meisten Ursachen zu einer der beiden Aufgaben identifiziert. Konsequenzen werden in beiden Aufgaben in den Videoaufzeichnungen ähnlich oft wie Ursachen adressiert, die Mittelwerte sind lediglich etwas geringer. Die Studierenden BR11GE und IN17ZE, die auch eine Gruppe bilden, formulieren bei Aufgabe *Ball/Stein* relativ viele Konsequenzen (13 und 12 im Video), während die meisten anderen Studierenden keine oder wesentlich weniger Konsequenzen formulieren. Allerdings bearbeiteten die beiden Studierenden auch nur die Aufgabe *Ball/Stein*, was dazu geführt haben könnte, dass sie mehr Bearbeitungszeit für das Formulieren von Konsequenzen nutzen konnten. SI17DA adressiert ebenfalls mehr Konsequenzen (11 im Video zu Aufgabe *Schlitten* und 2 im Video zu Aufgabe *Ball/Stein*) als die meisten anderen Studierenden. Ähnliches gilt mit 14 Konsequenzen im Video zur Aufgabe *Schlitten* für das zugehörige Gruppenmitglied IN30BA. Mit den Gruppen aus AN01FR und DO03MA, HI29AS und MO30DA sowie der Person HI07HA gibt es fünf Studierende bei denen weder zu der Aufgabe *Ball/Stein* noch zu der Aufgabe *Schlitten* eine Konsequenz in den Videoaufzeichnungen oder den schriftlichen Aufzeichnungen identifiziert werden konnte.

Generell äußern Studierende, die eine Gruppe bilden, in den Videoaufzeichnungen zwar möglicherweise unterschiedliche viele Komponenten, aber deren Relation ist häufig ähnlich. Z. B. ist bei der Aufgabe *Schlitten* in der Gruppe von FU26AL und WE13SA zu erkennen, dass WE13SA zwar mehr Komponenten äußert als FU26AL (58 vs. 37 Komponenten), aber bei beiden Studierenden Deutungen ca. 60% aller Komponenten ausmachen (bei WE13SA 34 von 58 Komponenten und bei FU26AL 23 von 37 Komponenten). So ähneln sich bei WE13SA und FU26AL auch die Verhältnisse von Ursachen, Konsequenzen und Beobachtungen.³⁶ Es gibt lediglich eine Gruppe (HI07HA, LY26DI), bei der für ein Gruppenmitglied die Relation der verschiedenen Komponenten deutlich anders ausfällt als für das andere Gruppenmitglied. Weiterhin ist ersichtlich, dass sich die absolute Anzahl der Komponenten eines Gruppenmitglieds von der des anderen Gruppenmitglieds in der Regel erkennbar unterscheidet (Abweichungen von mehr als 20 %). Dies trifft von den zehn untersuchten Gruppen lediglich für die folgenden Gruppen nicht zu: FR30AN und LI07DO sowie IN30BA

³⁶ Für *Ursachen*: WE13SA (3 von 58 Komponenten, ca. 5 %), FU26AL (1 von 37 Komponenten, ca. 3 %) Für *Konsequenzen*: WE13SA (3 von 58 Komponenten, ca. 5 %), FU26AL (1 von 37 Komponenten, ca. 3 %) Für *Beobachtungen*: WE13SA (18 von 58 Komponenten, ca. 31 %), FU26AL (12 von 37 Komponenten, ca. 32 %)

und SI17DA in beiden Aufgaben (*Ball/Stein* und *Schlitten*), HI07HA und LY26Di in der Aufgabe *Ball/Stein* sowie GF22CH und SC20NI in der Aufgabe *Schlitten*

Der Befund, dass für die Studierenden einer Gruppe die prozentualen Anteile der Komponenten ähnlich sind, ist nicht verwunderlich, da die Studierenden bei dem Bearbeiten der Aufgaben miteinander kommunizieren und so auch zu den gleichen Themen ähnliche oder sogar gleiche Äußerungen tätigen. Das könnte wiederum eine Erklärung dafür sein, weshalb in den Videosaufzeichnungen immer mehr Komponenten identifiziert werden konnten als in den schriftlichen Aufzeichnungen. So könnte es sein, dass die Studierenden z. B. verschiedene Deutungen diskutieren, aber in der Partnerarbeit davon nur einige wenige in den schriftlichen Aufzeichnungen sichern. Da der bei der Zuweisung der Komponenten der Inhalt nicht genauer betrachtet wurde (vgl. Forschungsfrage 1.2 in Kap. 3), lassen sich diese Vermutungen jedoch nicht verifizieren.

Dass die Studierenden in beiden Aufgaben eher weniger Konsequenzen adressieren, ist zu erwarten, da vor allem die Aufgabenstellung diese nicht explizit einfordert bzw. das Adressieren dieser nur als Zusatzaufgabe kommuniziert wurde. Für die eher selten identifizierten Ursachen scheint die Aufgabenstellung jedoch vorerst keine Erklärung zu liefern. Dies wird in Abschnitt 5.1.5 zusammenfassend für alle Aufgaben kritisch diskutiert.

5.1.2 Komponenten – Aufgabe modifiziertes Transkript *Ball/Stein*

Mit dem modifizierten Transkript *Ball/Stein* (MoTS *Ball/Stein*) in Sitzung 11 haben die Studierenden die Möglichkeit, eine schon aus Sitzung 3 bekannte Situation zu analysieren. Diese Analyse geschieht in drei Bearbeitungsphasen, welche in Tabelle 23 zusammen mit weiteren Aufgabenmerkmalen beschrieben sind.

Tab. 23: Kurzbeschreibung der Aufgabe zum MoTS Ball/Stein in Sitzung 11

Aufgabe Modifiziertes Transkript Ball/Stein – Sitzung 11	
Vorherige Tätigkeit:	Die Studierenden erarbeiten sich mit einem Puzzle verschiedenen Diagnosearten (Wiederholung, ca. 5 min). Die Dozentin wiederholt im Anschluss die verschiedenen Diagnosearten und Kriterien zur Diagnostik (z. B. Konzeptualisierungsniveaus) in einem 10-minütigen Vortrag.
1. Bearbeitungsphase:	Einzelarbeit: Studierende betreiben Prozessdiagnostik am Transkript. Bearbeitungszeit: 15 min
Erinnerung an Komponenten:	Die Dozentin erinnert an die Komponenten des Diagnoseprozesses (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz) und erinnert erneut an die Kriterien zur Diagnostik.
2. Bearbeitungsphase:	Einzelarbeit: Die Studierenden markieren mit einem Bleistift, wo sie Kriterien zu Diagnostik genutzt haben, ob sie diese durchgängig genutzt haben, ob sie Begründungen notiert haben und ob fachlich angemessene/anschlussfähige Äußerungen diskutiert wurden. Bearbeitungszeit: 5 min
Diskussion:	Die Studierenden diskutieren in Partnerarbeit, wie sie einer unkundigen Lehrkraft erklären könnten, wofür man <i>Learning Progressions</i> benutzen könnte (ca. 5 min).
Einschub: Modell der Erde	Die Studierenden analysieren verschiedene Zeichnungen von Schüler*innen zum Modell der Erde (angelehnt an Baxter, 1998; Nussbaum, 1985) und sollen die Zeichnungen bezüglich eines potenziellen Lernfortschritts ordnen. Bearbeitungszeit: 10 min Die Dozentin wiederholt in einem 5-minütigen Vortrag Inhalte zu <i>Learning Progressions</i> mit Bezug auf das Modell der Erde.
3. Bearbeitungsphase:	Partnerarbeit: Die Studierenden analysieren das Transkript erneut mit der <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> . Notizen am Transkript werden mit einem Rotstift gemacht. Bearbeitungszeit: 8 min
Aufgabe im Wortlaut:	Welches Verständnis hat die Schülerin von Kraft, von Bewegung, vom Zusammenhang Kraft-Bewegung?
Inhalt	Bei dem modifizierten Transkript <i>Ball/Stein</i> handelt es sich um das Transkript, welches bereits im Rahmen der Aufgabe <i>Ball/Stein</i> in Sitzung 3 genutzt wurde, jedoch in einer verkürzten Darstellung. Das Transkript wurde so gekürzt, dass es auf ein doppelseitiges DIN-A4-Blatt passt und vor allem die Ausschnitte, in denen das Verständnis der Schülerin zu Kraft und Bewegung thematisiert wird, enthalten sind.
Materialien	• Modifiziertes Transkript auf Deutsch • <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> (Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018)

Durch die drei verschiedenen Bearbeitungsphasen in Einzel- und Partnerarbeit unterscheidet sich die Aufgabe von den anderen Aufgaben in der Erhebung. Um die Ergebnisse besser einordnen zu können, werden diese anders dargestellt als zu den anderen Aufgaben. Zuerst werden in Abbildung 27 die identifizierten Komponenten aus den schriftlichen Aufzeichnungen der beiden Einzelarbeitsphasen dargestellt. In Abbildung 28 werden unabhängig davon die identifizierten Komponenten aus der dritten Arbeitsphase (Partnerarbeit) dargestellt.³⁷ Letztere beinhaltet sowohl die identifizierten Komponenten in den entstandenen schriftlichen Anmerkungen (in Rot) durch die Studierenden auf den schriftlichen Aufzeichnungen (unten) als auch die identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen (oben). Studierende, von denen keine Videodaten ausgewertet wurden, sind in den Abbildungen auch lediglich mit einer Datenreihe zu den schriftlichen Aufzeichnungen abgebildet, dies betrifft insbesondere die Studierenden aus der Erweiterungserhebung.

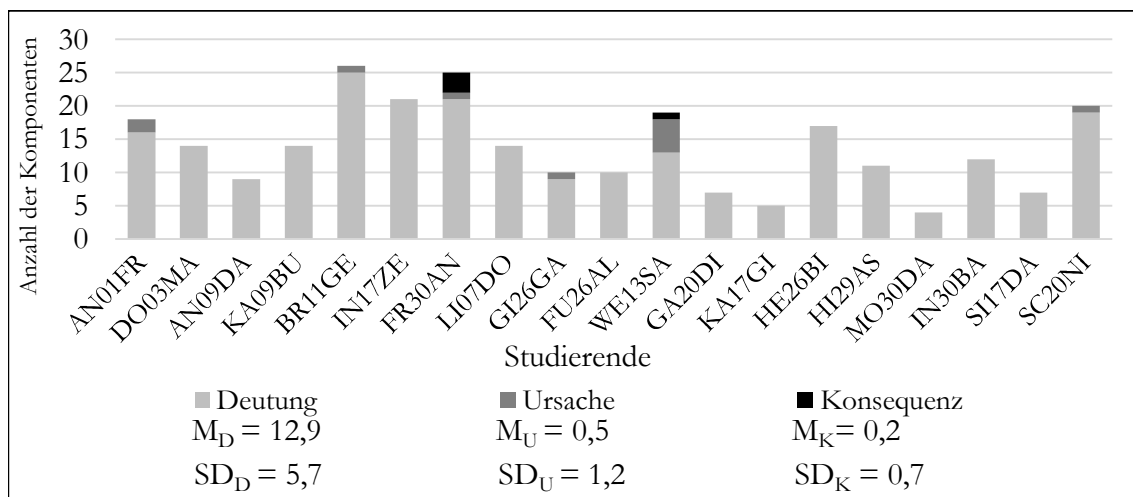


Abb. 27: Identifizierte Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 263 Komponenten) von $N = 19$ Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/ Stein mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

³⁷ Zu OF22CH liegen für diese Aufgabe keine Daten vor. Die Person wurde trotzdem mit aufgenommen, um besser einordnen zu können, dass SC20NI mit OF22CH eine Gruppe bildete. Gleichzeitig gibt es eine Dreiergruppe (FR30AN, LI07DO, GI26GA) und eine Person, die auch in der Partnerarbeitsphase allein arbeitete (HE26BI).

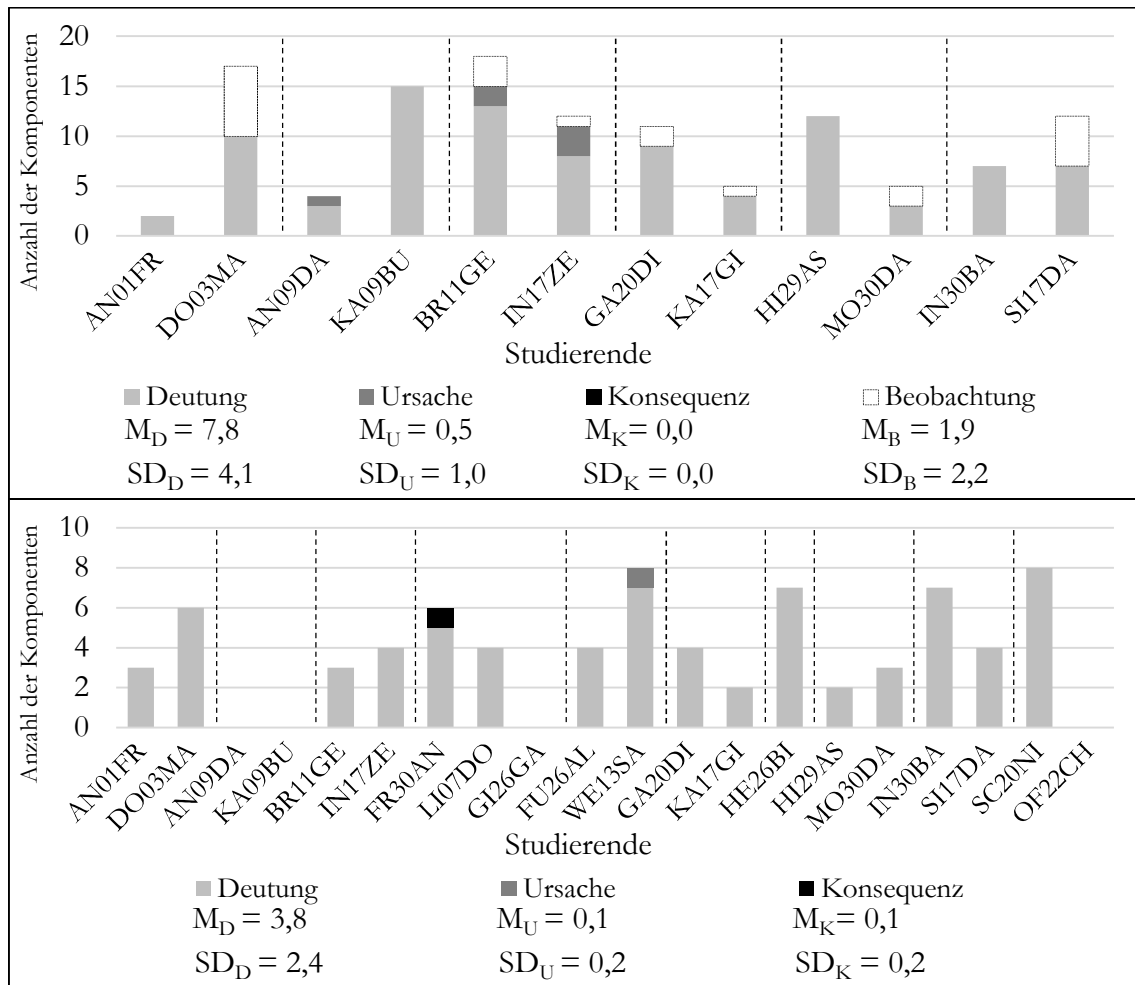


Abb. 28: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 120 Komponenten) von $N = 12$ Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 75 Komponenten) von $N = 19$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

In der Aufgabe MoTS Ball/Stein ist zu erkennen, dass die Deutungen in allen Arbeitsphasen (Einzel- und Partnerarbeit) überwiegen. In der Einzelarbeit sind ca. 95% der identifizierten Komponenten Deutungen. Rechnet man die Beobachtungen aus den Videoaufzeichnungen heraus, sind in den Partnerarbeiten in den Videoaufzeichnungen ebenfalls ca. 95 % Deutungen und in den schriftlichen Aufzeichnungen ca. 97 %. Ca. 4 % der Komponenten in der Einzelarbeitsphase sind Ursachen, ca. 1 % sind Konsequenzen. In den Videoaufzeichnungen zur Partnerarbeit sind ca. 5 % der identifizierten Komponenten Ursachen. Konsequenzen konnten in den Videoaufzeichnungen nicht identifiziert werden. Bei den schriftlichen Aufzeichnungen zur Partnerarbeit konnten jeweils eine Ursache und eine Konsequenz identifiziert werden, was in beiden Fällen ca. 1% der identifizierten Komponenten ausmacht.

Von den Studierenden, die auf Video aufgezeichnet wurden, machen IN30BA (9 Beobachtungen) und DO03MA (7 Beobachtungen) die meisten Beobachtungen. Darauf folgen SI17DA mit fünf und BR11GE drei Beobachtungen, MO30DA und GA20DI mit zwei Beobachtungen und AN01FR sowie IN17ZE mit jeweils einer Beobachtung. Bei den anderen Studierenden konnten in den Videoaufzeichnungen keine Beobachtungen identifiziert werden. Ursachen werden kaum adressiert, die Mittelwerte in allen drei Diagrammen liegen dafür deutlich unter 1. Auffällig sind die Studierenden FR30AN und WE13SA, die als einzige Studierende Konsequenzen formulieren – beide in den Einzelarbeiten, FR30AN außerdem in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten.

Dass Deutungen bei den Studierenden überwiegen, könnte zumindest in der dritten Bearbeitungsphase in Partnerarbeit in Teilen auf die Aufgabenstellung zurückzuführen sein. Diese könnte von den Studierenden dahingehend interpretiert worden sein, dass das Schülerverständnis lediglich rekonstruiert werden sollte. Das vermehrte Auftreten an Deutungen in der Einzelarbeit kann damit jedoch nicht erklärt werden. Tatsächlich wurden die Studierenden während der Einzelarbeit zwischen den beiden Arbeitsaufträgen an die vier Komponenten erinnert. Trotzdem konnten bei den meisten Studierenden ausschließlich Deutungen identifiziert werden.

5.1.3 Komponenten – Aufgabe *Kreisbewegung*

Die Aufgabe zu einem Unterricht mit dem Thema *Kreisbewegung* stellt für die Studierenden ein weiteres Feld in der Mechanik dar, für das die Studierenden u. a. die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* nutzen können. Die Bearbeitung der Aufgabe beinhaltet ein Video, ein dazugehöriges Transkript und ein konstruiertes Unterrichtsprotokoll mit Unterricht, der vor der Situation im Video stattgefunden haben soll. In Tabelle 24 ist der Ablauf sowie der Inhalt der Aufgabe beschrieben.

Tab. 24: Kurzbeschreibung der Aufgabe *Kreisbewegung* in Sitzung 13

Aufgabe <i>Kreisbewegung</i> – Sitzung 13	
Analyse 1:	Die Studierenden schauen gemeinsam im Plenum das Video zu <i>Kreisbewegung</i> mit vier Oberstufenschüler*innen (siehe Inhalt 1) und diskutieren darüber und über die Aufgaben, die die Schüler*innen in dem Video bearbeiten. Bearbeitungszeit: 15 min
Analyse 2:	Die Studierenden analysieren das Transkript zum Video und das Unterrichtsprotokoll mit integrierten Transkriptauszügen (siehe Inhalt 2) in Partnerarbeit. Dabei können die Studierenden bei Schwierigkeiten von der Dozentin Materialien aus der Lehrveranstaltung erhalten, wie z. B. die <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i> .

Aufgabe Kreisbewegung – Sitzung 13	
Aufgabe zu Analyse 2 im Wortlaut:	1) Diagnostik a) Beobachtungen anstreichen (oder notieren) b) diese vor allem inhaltsbezogen deuten sowie nach Ursachen suchen. c) Konsequenzen: Wie müsste man diesen Unterricht verändern, damit er zukünftig besser fördert? 2) Was schließen Sie aus b) und c) für Ihren geplanten Unterricht? [als Hausaufgabe sollten die Studierenden eine Unterrichtseinheit zu Rotation planen, vgl. Tab. 6] Bearbeitungszeit: 45 min
Inhalt 1	Das Video Kreisbewegung zeigt vier Oberstufenschüler*innen³⁸, die über eine Physikaufgabe diskutieren. In dieser Aufgabe geht es um die Frage, welche Kräfte auf einen Ball wirken, der durch eine kreisförmige Rinne rollt. Die Studierenden einigen sich in dem Video darauf, dass eine nach unten gerichtete Schwerkraft wirkt, eine Kraft in Richtung der Bewegung [der Kugel] wirkt und dass eine Kraft wirkt, die vom Mittelpunkt des Kreises zur Kugel gerichtet ist. Die letzten beiden Antworten sind aus fachlicher Sicht nicht angemessen. [Dauer des Videos: ca. 3 Minuten] Zu dem Video gibt es ein Transkript.
Inhalt 2	Das konstruierte Unterrichtsprotokoll³⁹ stellt einen Unterricht dar, der vor dem Gespräch der Schüler*innen im Video stattgefunden haben soll. Das Protokoll ist in zeitliche Abschnitte aufgeteilt, die die Handlungen der Lehrkraft und der Schüler*innen beschreibt. Außerdem sind die im Unterricht eingesetzten Aufgaben abgebildet und Transkriptauszüge aus Gesprächen zwischen den Schüler*innen in Bearbeitungsprozessen, die auch Teil des Videos sind. Beim Konstruieren der Vignette wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Profile der Schülerinnen ähnlich wie im dazugehörigen Video sind. So sind z. B. die Redeanteile ähnlich verteilt. Es wurde besonders darauf geachtet, dass der protokollierte Unterricht einen typischen Physikunterricht zum Thema Kreisbewegung der Einführungsphase in der Sekundarstufe II darstellt. Dafür wurden Aufgaben aus Jaspers (2008) entnommen, die typischerweise auch von Physiklehrkräften eingesetzt werden könnten. Zusätzlich wurden Merksätze aus Schulbüchern und Internetseiten genommen, derer sich auch Lehrkräfte typischerweise bedienen – u. a. stammt ein Merksatz aus einem Schulbuch (Grehn & Krause, 1998) sowie aus einem Wikipediabeitrag zu Kreisbewegungen (Wikipedia, 2019).

³⁸ Den Studierenden wurde gesagt, dass die Vignette Oberstufenschüler*innen zeigt. Tatsächlich sind darin Studierende zu sehen.

³⁹ Das konstruierte Unterrichtsprotokoll ist in dieser Arbeit nicht abgebildet und kann bei Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter angefragt werden.

Aufgabe Kreisbewegung – Sitzung 13

	Auch die konstruierten Schüleraussagen basieren auf dokumentierten Schülervorstellungen (u. a. in Anlehnung an Wiesner, 1994).
Materialien	• Bearbeitete Aufgabe <i>Kreisförmige Rinne</i> der Schüler*innen • Transkript zum Video⁴⁰ • Konstruiertes Unterrichtsprotokoll mit Unterricht, der vor der Aufzeichnung des Videos stattgefunden haben soll (Aufgaben und Unterrichtsgespräche als Transkript) • Ggf. Materialien aus der Lehrveranstaltung, z. B. die <i>Learning Progression</i> zu <i>Kraft und Bewegung</i>

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten werden im Folgenden die Häufigkeiten der identifizierten Komponenten für die einzelnen Studierenden zu der Aufgabe Kreisbewegung dargestellt. Abbildung 29 zeigt diese in einem Diagramm für die Videoaufzeichnungen (oben) und einem Diagramm für die schriftlichen Aufzeichnungen (unten).

⁴⁰ Das Transkript zum Video und das Video selbst wurden im Rahmen der Arbeit von Dr. Viktoria Rath (2017) angefertigt und stammen vom Department Physik der Universität Paderborn. Das Transkript wird in dieser Arbeit nicht abgebildet.

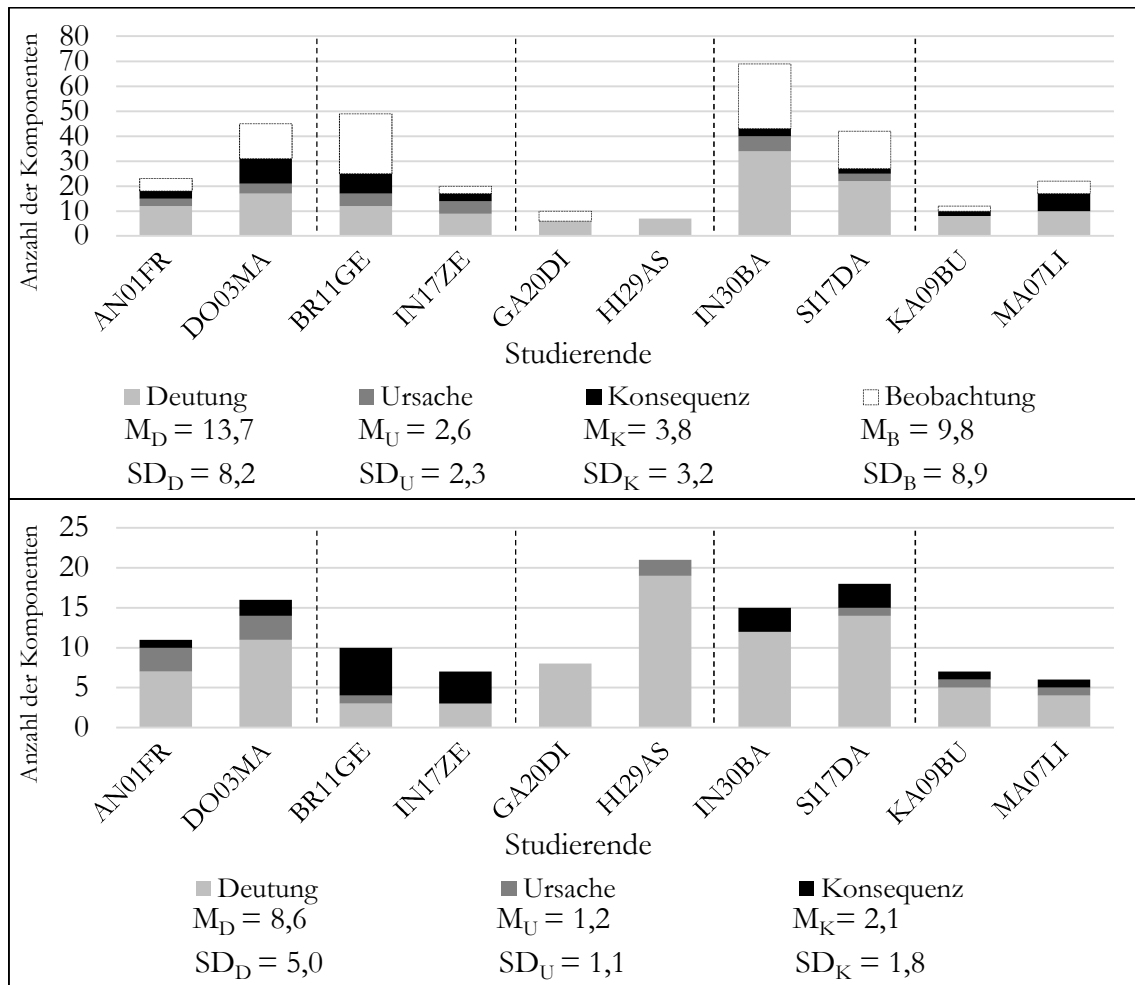


Abb. 29: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 299 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 119 Komponenten) von $N = 10$ Studierenden mit der Anzahl den jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

In Abbildung 29 ist zu sehen, dass sich die Studierenden sowohl in den Häufigkeiten als auch den individuell adressierten Komponenten unterscheiden. Ein relativ großer Kontrast besteht z. B. zwischen den ausgewerteten Videoaufzeichnungen von IN30BA und HI29AS. Während für IN30BA alle Komponenten identifiziert werden konnten und IN30BA außerdem die höchste Anzahl der identifizierten Komponenten aufweist (69), formuliert HI29AS sieben Deutungen. Allerdings formuliert HI29AS 19 Deutungen und zwei Ursachen in den schriftlichen Aufzeichnungen, während IN30BA hier zwölf Deutungen und drei Konsequenzen aufschreibt. In Abbildung 29 ist zu den Videoaufzeichnungen zu erkennen, dass die Studierenden BR11GE, DO03MA, IN30BA und SI17DA deutlich mehr Komponenten adressieren als die anderen Studierenden. Insbesondere heben sich diese vier Studierenden auch durch relativ viele Beobachtungen in den Videoaufzeichnungen von den anderen Studierenden

den ab: BR11GE (24), DO03MA (14), IN30BA (26) und SI17DA (15). HI29AS ist die einzige Person, für die keine Beobachtung identifiziert werden konnte. Durch relativ viele adressierte Konsequenzen fallen BR11GE (8), DO03MA (10) und MA07LI (7) auf.

Im Vergleich zu den diskutierten Aufgaben in den vorherigen Abschnitten (5.1.1, 5.1.2) können zu dieser Aufgabe in Relation zu den anderen Komponenten mehr Konsequenzen identifiziert werden. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Studierenden einen kompletten Unterricht analysieren und vorher selbst einen Unterricht gestalten sollten. Die Gruppe mit den Studierenden GA20DI und HI29AS ist im Vergleich zu den anderen Gruppen auffällig, da sie keine Konsequenzen formulieren oder aufschreiben und generell weniger Komponenten identifiziert werden konnten als in den anderen Gruppen. Wie bereits in 5.1.1 thematisiert, scheinen die Studierenden einer Gruppe in Relation ähnliche Komponenten zu adressieren.

5.1.4 Komponenten – Aufgabe *Luftkissenbahn*

Mit der Aufgabe *Luftkissenbahn* konnten die Studierenden nach ca. 14 Monaten nach dem Bearbeiten der Aufgabe *Kreisbewegung* erneut ein Transkript zum Themenfeld Mechanik analysieren. Das Transkript analysierten die Studierenden zu Hause in Einzelarbeit und gaben die Analyse digital ab. Im Folgenden wird in Tabelle 25 der Inhalt der Aufgabe dargestellt.

Tab. 25: Kurzbeschreibung der Aufgabe *Luftkissenbahn* in der Einzelsitzung im Sommersemester in D03

Aufgabe Luftkissenbahn – Einzelsitzung im Sommersemester in D03	
Vorherige Tätigkeit:	Der Dozent wiederholt im Plenum verschiedene Diagnosearten, Komponenten des Diagnoseprozesses und <i>Learning Progressions</i> als einen Theorie-/Empiriebezug beim Diagnostizieren.
Aufgabe im Wortlaut:	Analysieren Sie bitte das Transkript. Verzichten Sie auf das Ableiten von Konsequenzen. Bearbeitungszeit: 30 min
Inhalt	Vier Schüler*innen der 10. Klasse diskutieren in einer Gruppenarbeitsphase im Physikunterricht eine Aufgabe zu zwei Experimenten mit einer Luftkissenbahn. Beim ersten Experiment wird ein Schlitten auf einer Luftkissenbahn mit der Hand kurz angestoßen. Beim zweiten Experiment wird der Schlitten mit einem Seil verbunden, das über eine Rolle umgelenkt wird. Am Ende des Seils hängt ein Massestück, das nach unten fällt und den Schlitten beschleunigt. Die Schüler*innen sollen für beide Experimente die Bewegung und die wirkenden Kräfte beschreiben. Die Handlungen und Äußerungen der Schüler*innen werden mit vier Profilen abgebildet:

Aufgabe Luftkissenbahn – Einzelsitzung im Sommersemester in D03	
	• Profil A ○ Konstante Idee <i>Kraft = Bewegung</i> (Learning Progression Ebene 1) für beide Experimente ○ Äußert sich fachlich wenig • Profil B ○ Eher Konstante Idee von <i>Kraftverbrauch</i> und <i>mehrere Kräfte an einem Objekt</i> in Experiment 1 ○ Ideen zu Experiment 2 nicht konstant ○ Ist sich unsicher und stellt eher Vermutungen an • Profil C ○ Konstante Idee von <i>Kraftverbrauch</i> in beiden Experimenten ○ Überwiegend Äußerungen zu Experiment 2, dort konstant die Vorstellung <i>Kraft ~ Geschwindigkeit</i> (Learning Progression Ebene 3) ○ Teilweise Idee <i>mehrere Kräfte an einem Objekt</i>, aber nicht konstant • Profil D ○ Äußerungen zu Experiment 1 konstant auf Learning Progression Ebene 4: <i>Kräfte wirken für kurzen Moment, mehrere Kräfte an einem Objekt, Kraft ~ Änderung der Geschwindigkeit</i> ○ Äußerungen zu Experiment 2 konstant <i>Kraft ~ Geschwindigkeit</i> (Learning Progression Ebene 3)
Materialien	• Transkript Luftkissenbahn⁴¹ • <i>Learning Progression</i> zu Kraft und Bewegung (Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018)

Obwohl in schriftlichen Aufzeichnungen üblicherweise keine Beobachtungen kodiert werden, wurde für die schriftlichen Aufzeichnungen zur Aufgabe *Luftkissenbahn* eine Ausnahme gemacht, weil die meisten Studierenden explizite Verweise auf Stellen im Transkript machen, die eindeutig als Beobachtungen zu identifizieren sind. Dabei wurden insbesondere Zeilennummern angegeben oder mit Pfeilen auf Stellen im Transkript verwiesen, die Deutungen stützen. Die Häufigkeiten der Komponenten für die einzelnen Studierenden zu der Aufgabe *Luftkissenbahn* ist in Abbildung 30 dargestellt.

⁴¹ Das Transkript ist in dieser Arbeit nicht abgebildet und kann bei Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter angefragt werden.

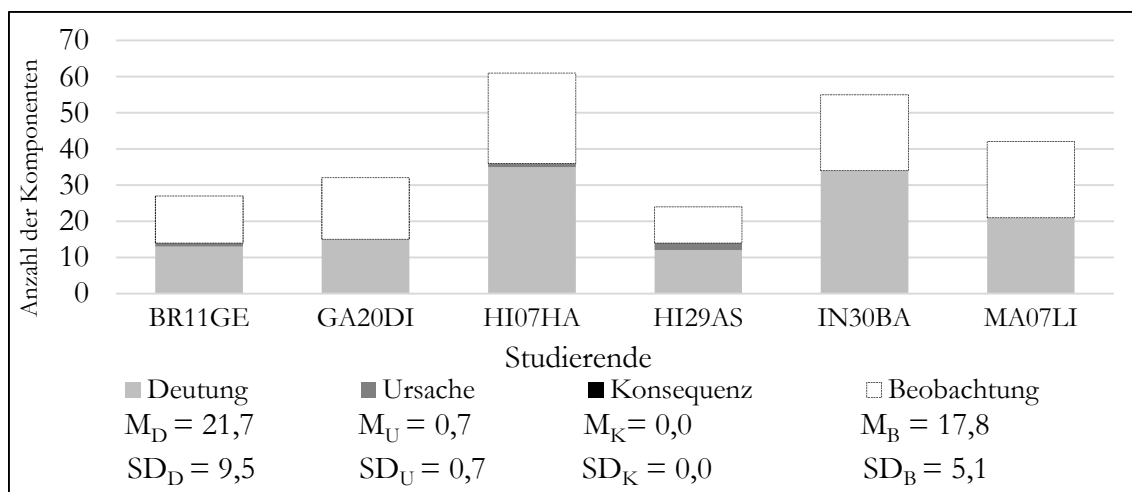


Abb. 30: Identifizierte Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen kodiert, insgesamt 241 Komponenten) von $N = 6$ Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente

In Abbildung 30 ist zu erkennen, dass alle Studierenden, wie es in der Aufgabenstellung gefordert wird, keine Konsequenzen notiert haben. Für HI07HA konnten die meisten Komponenten (insgesamt 61) identifiziert werden. Für die meisten Studierenden wurden ähnlich viele Beobachtungen wie Deutungen identifiziert, wobei es meist mehr Deutungen sind. Für HI07HA wurden mit 25 Beobachtungen die meisten Beobachtungen identifiziert. Darauf folgen IN30BA und MA07LI mit jeweils 21 Beobachtungen, GA20DI (17), BR11GI (13) und HI29AS (10). HI07HA adressiert mit 35 Deutungen ähnlich viele Deutungen wie IN30BA (34). Die anderen vier Studierenden haben weniger Deutungen notiert. Ursachen werden durch die Studierenden wesentlich weniger adressiert als Beobachtungen und Deutungen. HI29AS hat zwei Ursachen aufgeschrieben. BR11GE und HI07HA haben jeweils eine Ursache notiert. Für die anderen drei Studierenden konnten keine Ursachen identifiziert werden.

5.1.5 Komponenten – Alle Aufgaben zusammengefasst

In den vorherigen Abschnitten wurde gezeigt, dass sich das Auftreten der Komponenten bei den einzelnen Studierenden teilweise unterscheidet. Dies lässt sich in allen Aufgaben erkennen. Generell ist zu erkennen, dass zwischen den einzelnen Studierenden einerseits die Verteilung der Häufigkeiten unterschiedlich ist – z. B. finden sich bei einer Person eher mehr Ursachen und bei der anderen eher mehr Konsequenzen – und andererseits die Häufigkeit einer Komponente zur gleichen Aufgabe unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Z. B. können zu der Aufgabe *Ball/Stein* in Sitzung 3 in den Videodaten bei LI07DO 46 Deutungen und fünf Konsequenzen identifiziert werden, während bei IN17ZE sechs Deutungen, aber zwölf Konsequenzen zu identifizieren sind. Dabei ist nicht auszuschließen, dass dies inhaltlich auch immer die gleichen Deutungen bzw. Konsequenzen sind, da der Inhalt nicht untersucht wurde. Gleichzeitig zeigt sich auch, dass Studierende in einer Gruppe zu einer Aufgabe oft

ähnliche Relationen der verschiedenen Komponenten aufweisen, auch wenn für eins der beiden Gruppenmitglieder dabei in der Regel mehr Komponenten identifiziert werden können.

Abgesehen von der Darstellung individueller Studierender, können auch die identifizierten Komponenten aller Studierender dargestellt werden. In den Abbildungen 31-33 sind die Häufigkeiten der Komponenten aller Studierender angegeben. Darin entspricht 100% der Summe aller Komponenten aller Studierender für die jeweilige Aufgabe. In Abbildung 31 sind die identifizierten Komponenten für alle ausgewerteten Videoaufzeichnungen abgebildet. In Abbildung 32 sind die identifizierten Komponenten in den schriftlichen Aufzeichnungen abgebildet, die während den Partnerarbeiten bearbeitet wurden. In Abbildung 33 sind die Komponenten in den in Einzelarbeit erstellten schriftlichen Aufzeichnungen abgebildet. In dieser Abbildung wurden der Vollständigkeit halber auch die Beobachtungen berücksichtigt, die in Aufgabe *Luftkissenbahn* identifiziert wurden.

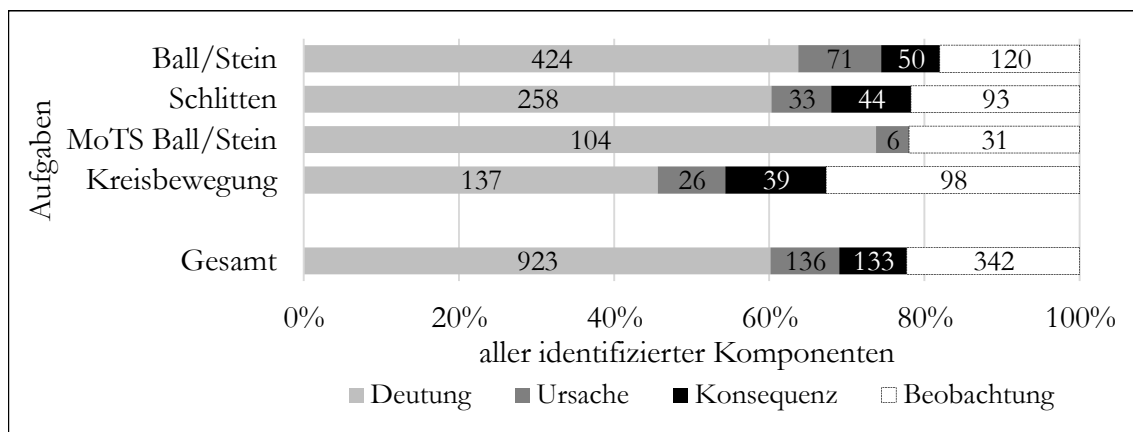


Abb. 31: Alle 1534 identifizierten Komponenten aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung

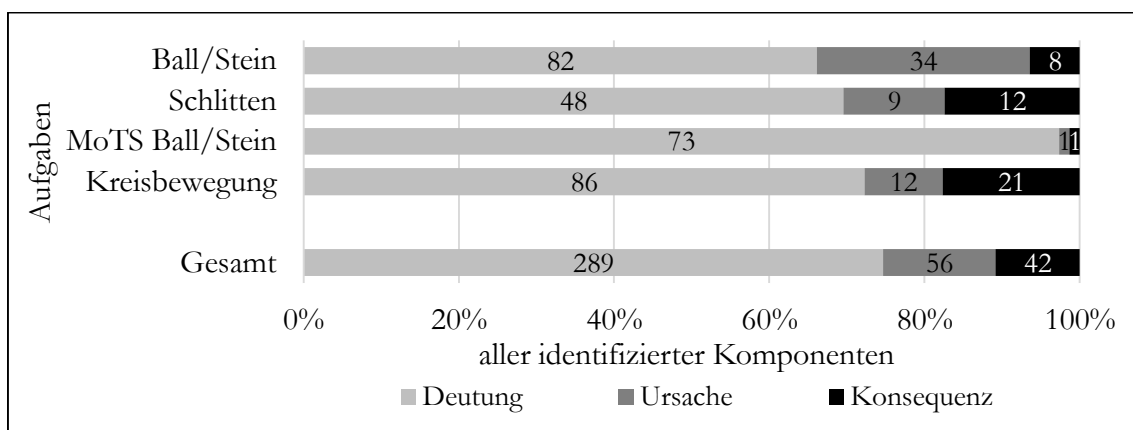


Abb. 32: Alle 387 identifizierten Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung

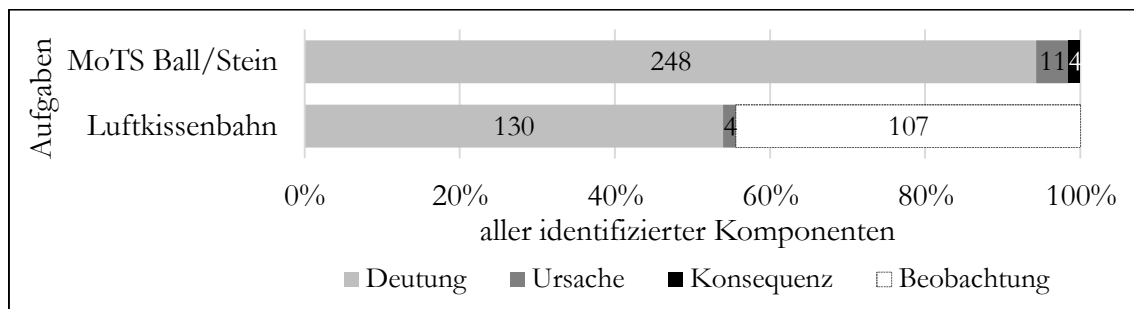


Abb. 33: Alle 504 identifizierten Komponenten (Beobachtungen berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn

In den Abbildungen ist zu erkennen, dass die Studierenden über alle Diagnoseanlässe hinweg insbesondere in den Videoaufzeichnungen *Deutungen* machen (insgesamt 923) und wesentlich weniger *Beobachtungen* tätigen (insgesamt 342). Um die relative Anzahl der Komponenten in den Videoaufzeichnungen besser in Relation zu den schriftlichen Aufzeichnungen setzen zu können, werden die *Beobachtungen* im Folgenden nicht berücksichtigt. Dabei zeigt sich, dass die Studierenden hauptsächlich *Deutungen* formulieren. In den Videoaufzeichnungen sind ca. 78 % der Komponenten *Deutungen*, in den schriftlichen Partnerarbeiten sind es ca. 75 %. Die Komponenten *Ursachen* (Video ca. 11 %, schriftlich Partner ca. 14 %) und *Konsequenzen* (Video ca. 11 %, schriftlich Partner ca. 11 %) werden von den Studierenden wesentlich weniger angesprochen. Ähnlich sieht es bei den schriftlichen Einzelarbeiten aus, bei denen (ohne Berücksichtigung der *Beobachtungen* in Aufgabe *Luftkissenbahn*) die *Deutungen* immer über 94 % der identifizierten Komponenten ausmachen. Trotzdem ist in den Abschnitten weiter oben zu erkennen, dass zumindest bei 17 von 23 Studierenden auch mindestens einmal jede Komponente identifiziert werden konnte und bei lediglich 3 von 23 Studierenden keine *Konsequenzen* identifiziert werden konnten. Aus diesen Befunden lässt sich schließen, dass ein Großteil der Studierenden in der Lage ist, alle Komponenten eines Diagnoseprozesses zu realisieren.

Das geringe Auftreten von *Konsequenzen* ist in Teilen darauf zurückzuführen, dass einige Aufgaben explizit einfordern, dass diese entweder nicht (*Luftkissenbahn*) oder erst am Ende (*Ball/Stein*, *Schlitten*) der Aufgabe bearbeitet werden sollen. Im Diagnoseprozess ist zudem keine Gleichverteilung der Komponenten zu erwarten, da z. B. eine *Ursache* auf mehrere *Beobachtungen* und *Deutungen* gestützt werden kann und eine *Konsequenz* aus verschiedenen *Beobachtungen*, *Deutungen* und *Ursachen* abgeleitet werden kann. Trotzdem wären in den Prozessen der Studierenden mehr *Konsequenzen* und insbesondere auch *Ursachen* zu erwarten, da diese auf eine Vielzahl von *Beobachtungen* und *Deutungen* gestützt werden könnten und die bearbeiteten Vignetten Potential bieten, *Ursachen* und *Konsequenzen* zu formulieren.

Dass Studierende insbesondere wenige *Ursachen* adressieren und viele *Deutungen* machen, ist ein stabiler Befund in der Lehrkräfteausbildung am Standort Gießen für die Physik und die Mathematik (u. a. Beretz, 2021). Dieser Befund steht im Kontrast zu anderen Studien, in denen berichtet wird, dass Noviz*innen eher Sichtstrukturen mit geringen Interpretationen

beschreiben (u. a. van Es & Sherin, 2002; Plöger, Scholl & Seifert, 2015) und es insbesondere Studierenden schwer fällt zu interpretieren (Kang & Anderson, 2015). Beretz (2021) stellt jedoch in Frage, dass Studierende, die sich im Rahmen eines Seminars intensiv mit Diagnostik auseinandersetzen noch als Noviz*innen bezeichnet werden können. Die geschilderten Befunde anderer Studien sind also ggf. nicht mit den Studierenden in der hier präsentierten Studie vergleichbar, da diese in dem beforschten Seminar zu Expert*innen ausgebildet werden. Zusätzlich gibt es Befunde, die aufzeigen, dass es Lehrkräften (nicht nur Studierenden) generell schwerfällt, Konsequenzen zu formulieren (u. a. Ruiz-Primo & Furtak, 2007). Beretz (2021, S. 148) begründet das geringere Auftreten von *Ursachen* und *Konsequenzen* damit, dass diese ein vertieftes Ausgangswissen benötigen und die Studierenden den Lernprozess sowie ggf. die unterschiedlichen Verständnisse durchdringen müssen. Dies ist generell ein anspruchsvoller Prozess. In den Zeiträumen, in denen die Aufgaben bearbeitet werden, ist vermutlich zu wenig Zeit, um diese anspruchsvollen Prozesse in Gänze ausführen zu können. Außerdem könnten den Studierenden vor allem Hintergrundinformationen über die Schüler*innen, die Lehrkräfte und dem vorausgegangenen Unterricht fehlen. Betrachtet man die Diskussionen in den Partnerarbeiten, könnte ein weiterer Faktor sein, dass die *Deutungen* in den einzelnen Gruppen verhandelt werden und danach weniger Zeit bleibt, um *Ursachen* und *Konsequenzen* zu formulieren. Dies erklärt jedoch nicht das geringe Auftreten der beiden Komponenten in den Einzelarbeiten.

Für die Studie wurde folgende Hypothese aufgestellt:

H1.1 In den Diagnoseprozessen finden sich überproportional viele Beobachtungen sowie Deutungen, jedoch relativ wenige Ursachen und Konsequenzen (ähnlicher Befund bei Beretz, 2021).

Diese Hypothese kann bestätigt werden. Bei den identifizierten Komponenten handelt es sich hauptsächlich um Deutungen. Ursachen und Konsequenzen werden von den Studierenden selten formuliert. Beobachtungen konnten mehr als Ursachen und Konsequenzen identifiziert werden, jedoch weniger als Deutungen.

Aus den Befunden sollte nicht interpretiert werden, dass die Studierenden generell bestimmte Komponenten nicht ausführen, nur weil sie diese nicht verbal oder schriftlich thematisieren. Insbesondere ist davon auszugehen, dass die Studierenden mehr *Beobachtungen* machen, da der Großteil ihrer *Deutungen* auf *Beobachtungen* basieren müssten. *Ursachen* und *Konsequenzen* werden von den Studierenden zwar gering adressiert, es kann aber trotzdem sein, dass die Studierenden darüber nachdenken und darauf basierend wieder neue Komponenten, z. B. neue *Deutungen*, generieren.

In anschließenden Studien sollte insbesondere auch systematisch überprüft werden, was die Studierenden einerseits fachlich und andererseits über die Komponenten des Diagnoseprozesses wissen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Studierenden mit den fachlichen Themen

Probleme haben könnten oder dass ihnen insbesondere *Ursachen* und *Konsequenzen* im Diagnoseprozess eher unbekannt sind.

Auftreten der Komponenten zu bestimmten Aufgaben

In den Abbildung 31-33 ist zu erkennen, dass sich in den verschiedenen Aufgaben die Verteilungen der Komponenten der Studierenden unterscheiden. So ist deutlich erkennbar, dass zu der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* in Sitzung 11 unabhängig von der Sozialform (Partner- oder Einzelarbeit) und der Datenquelle (schriftliche Aufzeichnung oder Videoaufzeichnung) fast nur *Deutungen* auftreten, während in den anderen Aufgaben auch die anderen Komponenten mehr vertreten sind. Für die einzelnen Aufgaben wird dies vor dem Hintergrund der jeweiligen Aufgabenstellungen diskutiert.

Bei dem modifizierten Transkript *Ball/Stein* sind die Studierenden dazu aufgefordert, Prozessdiagnostik zu betreiben – es gibt keine Einschränkungen bezüglich der Komponenten. Trotzdem überwiegen die *Deutungen* deutlich, Ursachen und Konsequenzen werden wesentlich weniger formuliert – *Konsequenzen* werden in den schriftlichen Aufzeichnungen (verteilt auf Einzel- und Partnerarbeit) lediglich fünfmal formuliert. Für die Bearbeitung der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* lässt sich vermuten, dass die Studierenden zumindest in der ersten Bearbeitungsphase in Einzelarbeit die Konsequenzen nicht berücksichtigen, obwohl dies möglich wäre und durch den Arbeitsauftrag, dass Prozessdiagnostik betrieben werden soll, zumindest auch nicht ausgeschlossen ist. In der dritten Bearbeitungsphase könnte es wiederum sein, dass der Arbeitsauftrag als Aufforderung verstanden werden kann, das Verständnis der Schülerin mit Hilfe der *Learning Progression* nur zu *deuten* und deshalb keine bzw. wenige *Ursachen* oder *Konsequenzen* von den Studierenden in den Videoaufzeichnungen angesprochen werden.

In den anderen Aufgabenstellungen lohnt es sich besonders, noch einmal auf den Umgang mit *Konsequenzen* zu schauen, da diese in den Aufgaben von den Studierenden verschieden eingefordert werden. In den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* sollten die Studierenden am Ende ihrer Analysen über *Konsequenzen* nachdenken, sofern sie dazu während der Bearbeitung Zeit fanden. Im Vergleich zu der Aufgabe *Kreisbewegung*, wo alle Komponenten gleichermaßen adressiert werden konnten, finden sich bei *Ball/Stein* und *Schlitten* prozentual wesentlich weniger *Konsequenzen*. Dass die Studierenden bei den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* eher weniger *Konsequenzen* adressieren, ist nicht verwunderlich, da diese nur optional bearbeitet werden sollten. Bei der Aufgabe *Kreisbewegung* könnten die Studierenden zudem auch eher *Konsequenzen* im Blick gehabt haben, da sie einerseits selbst vorher einen Unterricht entwerfen sollten und andererseits auch mehr Erfahrung mit Diagnostik hatten als zum Bearbeitungszeitpunkt der Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*.

Die Aufgabe *Luftkissenbahn* beinhaltet als konkrete Instruktion, keine *Konsequenzen* aufzuschreiben. Keine Person hat zu der Aufgabe *Konsequenzen* notiert, allerdings konnten in den schriftlichen Aufzeichnungen auch kaum *Ursachen* identifiziert werden. Daraus lässt sich erneut ableiten, dass die Studierenden keine bzw. weniger *Konsequenzen* formulieren, wenn sie

nicht dazu aufgefordert werden, bzw. in diesem konkreten Fall erkennen könnten, was eine *Konsequenz* ist und diese nicht aufschreiben. Außerdem zeigt sich mit den Ergebnissen zu Aufgabe *Luftkissenbahn*, dass zumindest die analysierten Studierenden auch nach einem längeren Zeitraum hauptsächlich *Deutungen* (und zu dieser Aufgabe auch *Beobachtungen*) adressieren und nur wenige *Ursachen* zu identifizieren sind.

Aus der Struktur der Daten und den Ergebnissen lassen sich keine konkreten Einflüsse der Aufgabenstellungen auf das Formulieren von bestimmten Komponenten durch die Studierenden ableiten. Es lässt sich lediglich aussagen, dass *Deutungen* zu allen Zeitpunkten überwiegen und *Ursachen* sowie *Konsequenzen* generell weniger identifiziert wurden. In den Videoaufzeichnungen machen *Beobachtungen* immer in etwa 20-30 % aller identifizierten Komponenten aus. In Aufgaben, in denen von den Studierenden keine *Konsequenzen* eingefordert wurden, konnten solche auch nicht identifiziert werden. Weitere Zusammenhänge zwischen Aufgabenstellungen und Komponenten lassen sich nicht ziehen, da sich die einzelnen Aufgaben zu sehr voneinander unterscheiden. Z. B. gibt es Unterschiede in der Art der Diagnostik oder in den Inhalten der Aufgabe. Für zukünftige Studien könnte jedoch von Relevanz sein, dass kontrollierter analysiert wird, wie sich Aufgabenmerkmale auf das Auftreten der Komponenten auswirkt und ob z. B. Prompts dazu führen, dass bestimmte Komponenten auftreten.

Unterschiede im Auftreten der Komponenten zu verschiedenen Zeitpunkten

Aussagen über Veränderungen einzelner Studierender können in dieser Studie nur begrenzt gemacht werden. Es lassen sich lediglich die Unterschiede zum Auftreten der Komponenten zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten beschreiben. Eine Aussage zur Veränderung, insbesondere zu Kompetenzveränderungen, kann mit dem Studiendesign nicht getroffen werden, da u. a. die Aufgaben zu unterschiedlich sind und die Teilnehmer*innen der Studie in dem beforschten Seminar nicht einheitlich zu allen Sitzungen anwesend waren und somit zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten verschiedene Hintergründe vorliegen.

Für einzelne Studierende kann das Auftreten der Komponenten über längere Zeiträume bzw. verschiedene Häufigkeiten der Komponenten zu unterschiedlichen Zeitpunkten beschrieben werden. Dabei lohnt es sich insbesondere auf die Stabilität der auftretenden Komponenten in unterschiedlichen Kontexten der Aufgaben zu schauen. Um dies genauer untersuchen zu können, wurden lediglich Daten von Studierenden berücksichtigt, von denen an mindestens drei Erhebungszeitpunkten Daten erhoben wurden. Dabei wurden die schriftlichen Aufzeichnungen nicht berücksichtigt, da insbesondere in den Partnerarbeiten die Möglichkeit besteht, dass die Studierenden nichts aufschreiben, da bestimmte Themen mit dem*der jeweiligen Gruppenpartner*in bereits diskutiert wurden. Obwohl sich die Studierenden in den Aufgaben, die in Einzelarbeit bearbeitet wurden, nicht miteinander austauschen konnten, werden auch die schriftlichen Aufzeichnungen, die in Einzelarbeit entstanden sind, nicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung, dass pro Person Daten aus mindestens drei Erhe-

bungszeiträumen vorliegen, würden die Einzelarbeiten die Auswahl an Studierenden künstlich erhöhen, obwohl diese teilweise nur von wenigen bearbeitet wurden. Die Auswahl betrifft insbesondere Studierende, die auch über diese Zeiträume hinweg in immer gleichen Gruppen gearbeitet haben. Folgende sieben Studierende wurden dafür genauer untersucht: AN01FR und DO03MA, BR11GE und IN17ZE, IN30BA und SI17DA sowie HI29AS.

In Tabelle 26 auf der folgenden Seite sind noch einmal alle identifizierten Komponenten der sieben Studierenden zu den jeweiligen Aufgaben für die Videoaufzeichnungen aufgelistet. Studierende in einer Gruppe stehen dabei untereinander und sind jeweils in grau oder weiß einheitlich markiert. Für eine bessere Übersicht wurde an den Aufgaben noch einmal mit Fußnoten markiert, welche Komponenten von den Studierenden laut Aufgabenstellung gefordert wurden. Mit der Tabelle kann nun von links nach rechts nachvollzogen werden, wie das Auftreten der verschiedenen Komponenten zu den spezifischen Aufgaben ist. Dies wird im Text unter den Tabellen diskutiert. Dabei wird berücksichtigt, dass den Studierenden zu den Aufgaben unterschiedlich lange Bearbeitungszeiten zu Verfügung standen und es z. B. nicht verwunderlich ist, wenn zu der Aufgabe modifiziertes Transkript *Ball/Stein* weniger Komponenten auftreten als zu einer anderen Aufgabe. Im Folgenden wird nacheinander auf die einzelnen Personen eingegangen.

Tab. 26: Anzahl der identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen für ausgewählte Studierende

Studierende	Komponente	Aufgabe			
		<i>Ball/ Stein</i> ⁱ	<i>Schlitten</i> ⁱ	MoTS <i>Ball/ Stein</i> ⁱⁱ	<i>Kreisbewegung</i> ⁱⁱ
AN01FR	Beobachtung	3	5	1	5
	Deutung	8	6	2	12
	Ursache	4	1	0	3
	Konsequenz	0	0	0	4
DO03MA	Beobachtung	3	19	7	14
	Deutung	27	24	10	17
	Ursache	6	1	0	4
	Konsequenz	0	0	0	10
BR11GE	Beobachtung	4	-	3	24
	Deutung	12	-	13	12
	Ursache	1	-	2	5
	Konsequenz	13	-	0	8
IN17ZE	Beobachtung	1	-	1	3
	Deutung	6	-	8	9
	Ursache	0	-	3	5
	Konsequenz	12	-	0	3
IN30BA	Beobachtung	6	9	9	26
	Deutung	24	22	18	34
	Ursache	3	6	0	6
	Konsequenz	0	14	0	3
SI17DA	Beobachtung	6	7	5	15
	Deutung	25	27	7	22
	Ursache	4	7	0	3
	Konsequenz	2	11	0	2
HI29AS	Beobachtung	10	0	0	0
	Deutung	23	2	12	7
	Ursache	4	0	0	0
	Konsequenz	0	0	0	0

Anmerkung: i: Konsequenzen nur, falls Zeit ist; ii: alle Komponenten eingefordert

Zu AN01FR wurden insbesondere zu Aufgabe *Kreisbewegung* wesentlich mehr Komponenten identifiziert als in den anderen drei Aufgaben. Auffällig ist, dass die Person keine *Konsequenzen* beim modifizierten Transkript *Ball/ Stein* formuliert, obwohl diese durch die Aufgabenstellung eingefordert werden.

DO03MA formuliert ähnlich wie Gruppenpartner⁴² AN01FR *Konsequenzen* ausschließlich zu Aufgabe *Kreisbewegung*, obwohl diese auch beim MoTS *Ball/ Stein* eingefordert werden. Auffällig ist, dass DO03MA hauptsächlich *Deutungen* formuliert. Insbesondere im Vergleich zu

⁴² Auf das gegenderte Wort Gruppenpartner*in wurde verzichtet, da sich die Person selbst als *männlich* identifiziert hat.

den anderen Studierenden konnten bei DO03MA auch relativ viele *Beobachtungen* identifiziert werden (außer in Aufgabe *Ball/Stein*).

Bei BR11GE konnten für Aufgabe *Ball/Stein* relativ viele *Konsequenzen* identifiziert werden, obwohl diese nur formuliert werden sollten, wenn noch Zeit war. Da BR11GE (und Gruppenpartnerin⁴³ IN17ZE) jedoch nur diese Aufgabe und nicht die nachfolgende Aufgabe *Schlitten* bearbeitet haben, ist dies nicht verwunderlich. Zu der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* werden jedoch keine *Konsequenzen* formuliert, obwohl das Bestandteil der Aufgabe war. BR11GE scheint immer eine ähnlich hohe Anzahl an *Deutungen* pro Aufgabe zu formulieren. Außerdem fällt auf, dass für Aufgabe *Kreisbewegung* relativ viele *Beobachtungen* geäußert werden.

Für IN17ZE wurde bereits erwähnt, dass relativ viele *Konsequenzen* zu Aufgabe *Ball/Stein* identifiziert werden konnten. Ansonsten formuliert IN17ZE im Vergleich zu den anderen Studierenden relativ wenige *Beobachtungen*.

IN30BA äußert in allen Aufgaben hauptsächlich *Deutungen*. Weiterhin fällt auf, dass für die Aufgabe *Schlitten* relativ viele *Konsequenzen* formuliert wurden, wohingegen zu Aufgabe MoTS *Ball/Stein* keine *Konsequenzen* formuliert wurden, obwohl dies durch die Aufgabenstellung nicht ausgeschlossen ist.

Bei SI17DA konnten ebenfalls hauptsächlich *Deutungen* identifiziert werden. Auffällig ist bei den *Konsequenzen*, dass SI17DA noch die Zeit gefunden hat zu den beiden Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* *Konsequenzen* zu formulieren, dies bei der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* jedoch nicht mehr der Fall ist.

HI29AS unterscheidet sich von allen vorherig thematisierten Studierenden dadurch, dass generell keine *Konsequenzen* identifiziert werden konnten und bei den Aufgaben *Schlitten*, MoTS *Ball/Stein* und *Kreisbewegung* ausschließlich *Deutungen* formuliert werden.

Abseits des Auftretens der Komponenten für die individuellen Studierenden zu den einzelnen Aufgaben, hebt sich keine*r der Studierenden von den anderen Studierenden ab. Lediglich HI29AS ist auffällig, da bei dieser Person keine *Konsequenzen* identifiziert werden konnten. Bei einigen Studierenden zeichnet sich allerdings die Stabilität bestimmter Komponenten ab. Insbesondere *Deutungen* werden relativ stabil von allen Studierenden formuliert.

⁴³ Auf das gegenderte Wort Gruppenpartner*in wurde verzichtet, da sich die Person selbst als *weiblich* identifiziert hat.

Abschließend soll überprüft werden, ob die in Kapitel 3 formulierte Hypothese H1.1.1 bestätigt werden konnte.

H1.1.1 Im zeitlichen Verlauf nimmt der relative Anteil der Ursachen und der Ableitung von Konsequenzen zu. Dies ist zu erwarten, da im untersuchten Seminar explizite Instruktionen zum Diagnostizieren gegeben werden und Übungsgelegenheiten vorhanden sind. Befunde weisen darauf hin, dass dies die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass ein Kompetenzaufbau stattfindet (u. a. Vorholzer, 2016).

Die Hypothese konnte in der Studie nicht bestätigt werden – sie wird jedoch auch nicht widerlegt. Die unterschiedlichen Aufgaben fordern von den Studierenden insbesondere Konsequenzen in unterschiedlichem Umfang. Ein Vergleich zwischen den Erhebungszeitpunkten und eine Aussage über eine Entwicklung ist aus diesem Grund nicht möglich. Betrachtet man nur die identifizierten Ursachen, die allerdings ebenfalls in den Instruktionen unterschiedlich thematisiert wurden, sieht man im Mittel keinen Anstieg an identifizierten Ursachen. Je nach untersuchtem Datenformat (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen) zeichnet sich ab, dass der relative Anteil der Ursachen in den verschiedenen Aufgaben stabil bleibt oder wenn, dann eher abnimmt.

5.2 Inhalt der Komponenten

Im vorherigen Kapitel konnte aufgezeigt werden, welche Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.3.3) in den Analysen der Studierenden identifizierbar waren. Hierbei wurde insbesondere auf die Anzahl der auftretenden Komponenten eingegangen. Dabei ist jedoch unklar, was die Studierenden in den Komponenten inhaltlich ansprechen. So können z. B. mehrere Deutungen denselben Inhalt haben, werden aber nicht als eine Deutung, sondern als mehrere Deutungen identifiziert. Wie bereits in Kapitel 3 thematisiert, können in dieser Arbeit die explizierten Inhalte nur oberflächlich behandelt werden. Dabei wurde sich darauf konzentriert, auf was die Studierenden in den Komponenten *fokussieren* und welche durch die Studierenden genannten *Kompetenzaspekte* dabei identifizierbar sind. Der Fokus spielt eine besondere Rolle, da in der Diagnostik typischerweise auf Schüler*innen und Aufgaben fokussiert wird (vgl. Kap. 2). Allerdings ist auch der Fokus auf eine Lehrkraft denkbar, wenn diese z. B. als Ursache für ein Verhalten von Schüler*innen identifiziert wird. Für kompetenzorientierten Unterricht ist auch essenziell, dass beim Diagnostizieren auf Kompetenzen von Schüler*innen eingegangen wird. Daraus ergibt sich Forschungsfrage 1.2:

F1.2 Inwiefern unterscheiden sich die in den Beobachtungen, Deutungen, Ursachen und Konsequenzen explizierten Inhalte für...

- (a)...verschiedene Studierende zum gleichen Diagnoseanlass?
- (b)...einzelne Studierende zu unterschiedlichen Diagnoseanlässen?

Den im vorherigen Kapitel thematisierten Komponenten (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz; vgl. Kap. 2.3.3), die in den Prozessen der Studierenden identifiziert wurden, wurden im Kodierprozess immer mindestens ein Fokus zugewiesen (vgl. Hauptkategorie 3 im Kodiermanual, Kap. 4.3.1). Zusätzlich wurden in diesen auch verschiedene Kompetenzaspekte identifiziert, z. B. *fachliche Kompetenz*, sofern diese vorhanden waren. Im Folgenden werden die identifizierten Fokuse und Kompetenzaspekte genauer betrachtet, um Forschungsfrage 1.2 beantworten zu können. Die folgenden Darstellungen gehen deshalb nicht über die Betrachtung der identifizierten Fokuse und Kompetenzaspekte hinaus.

5.2.1 Inhalt der Komponenten – Fokus

Inhalte, die zentral beim Diagnostizieren sind, sind die Personen oder Gegenstände, auf die die Studierenden während des Bearbeitens der Aufgaben fokussieren. In der Studie wurde untersucht, ob die Studierenden in ihren Analysen auf *Schüler*innen*, *Lehrkräfte*, *Interaktionsprozesse*, *Material/Instruktion*, *Experimente* und/oder auf *sonstige* Personen oder Gegenstände fokussieren. Im Folgenden werden für jede Aufgabe die Fokuse der einzelnen Studierenden abgebildet. Dabei wird nicht wie im vorherigen Kapitel auf jede bearbeitete Aufgabe einzeln eingegangen. Es werden zuerst in den Abbildungen 34-42 die auftretenden Fokuse der verschiedenen Aufgaben für die Partner- und Einzelarbeiten abgebildet. Außerdem werden die identifizierten Fokuse aller Studierenden zu allen Aufgaben zusammengefasst dargestellt. Um die Ergebnisse der analysierten Videoaufzeichnungen und schriftlichen Aufzeichnungen besser in Relation setzen zu können, wurden bei den Videoaufzeichnungen die identifizierten Fokuse in den Beobachtungen nicht berücksichtigt. Die Diagramme in den Abbildungen sind so aufgebaut wie die Diagramme im vorherigen Abschnitt zu den Komponenten. Auf der x-Achse befinden sich die jeweiligen Studierenden aufgetragen, auf der y-Achse ist die Anzahl der identifizierten Fokuse aufgetragen. Studierende, die in einer Gruppe gearbeitet haben, sind nebeneinander dargestellt. Die Gruppen sind durch gestrichelte Linien abgegrenzt. Da es möglich ist, dass die Studierenden in einer identifizierten Komponente auf mehrere Personen oder Gegenstände fokussieren, wurden in der Regel für einige Studierende insgesamt mehr Fokuse als Komponenten identifiziert. Z. B. wurden zur der Aufgabe *Ball/Stein* in den Videoaufzeichnungen der Studierenden ohne Beobachtungen 545 Komponenten identifiziert (vgl. Kap. 5.1), aber darin insgesamt 563 Fokuse. Wie bereits im vorherigen Kapitel schwanken die Teilnehmerzahlen von Aufgabe zu Aufgabe, da teilweise Studierende abwesend waren oder aufgezeichnete Daten nicht ausgewertet werden konnten (vgl. Kap. 4.2.1). Dies ist insbesondere bei der Aufgabe *Luftkissenbahn* deutlich zu erkennen, da hier nur sechs Studierende an der Datenerhebung teilnahmen.

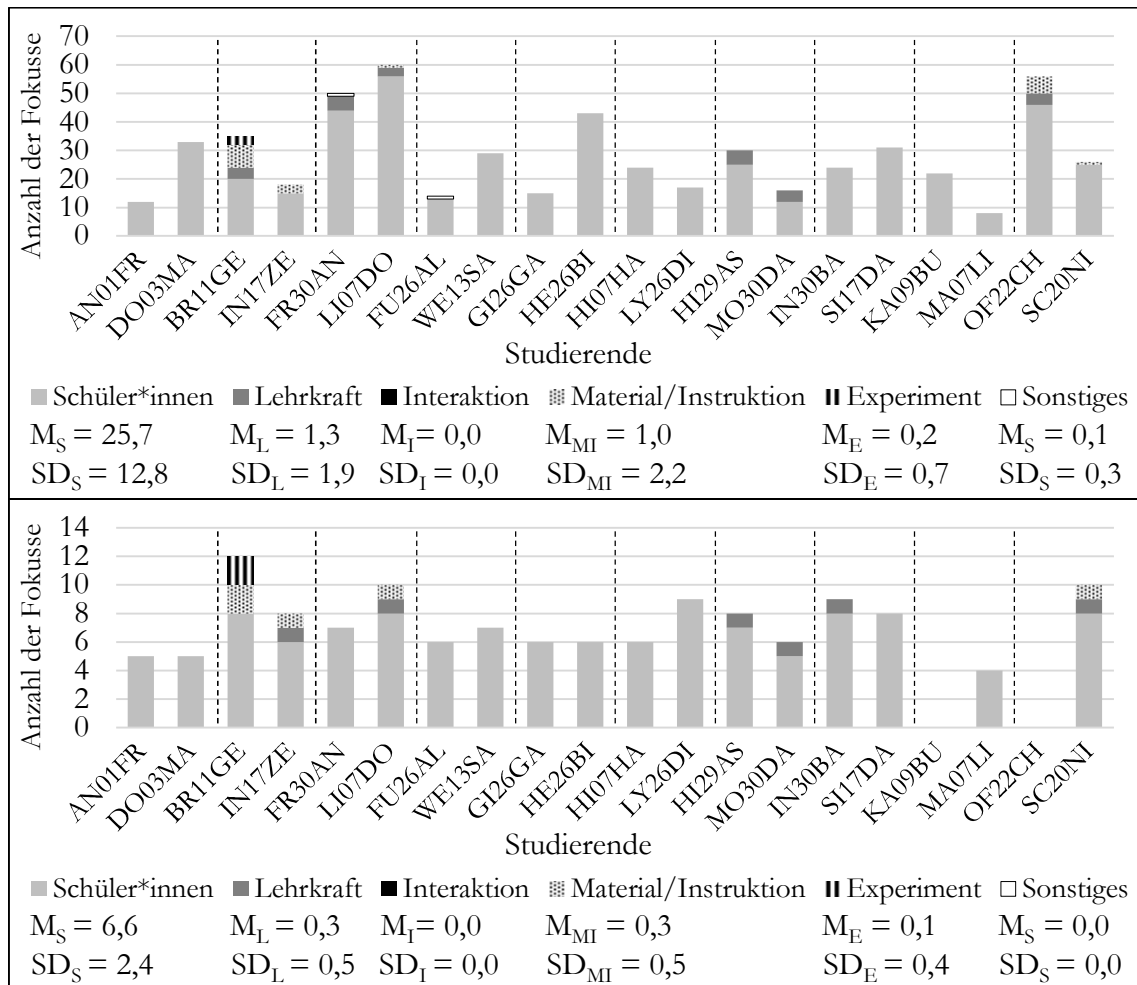


Abb. 34: Identifizierte Fokusse in den Komponenten zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 563 Fokusse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 132 Fokusse) von $N = 20$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

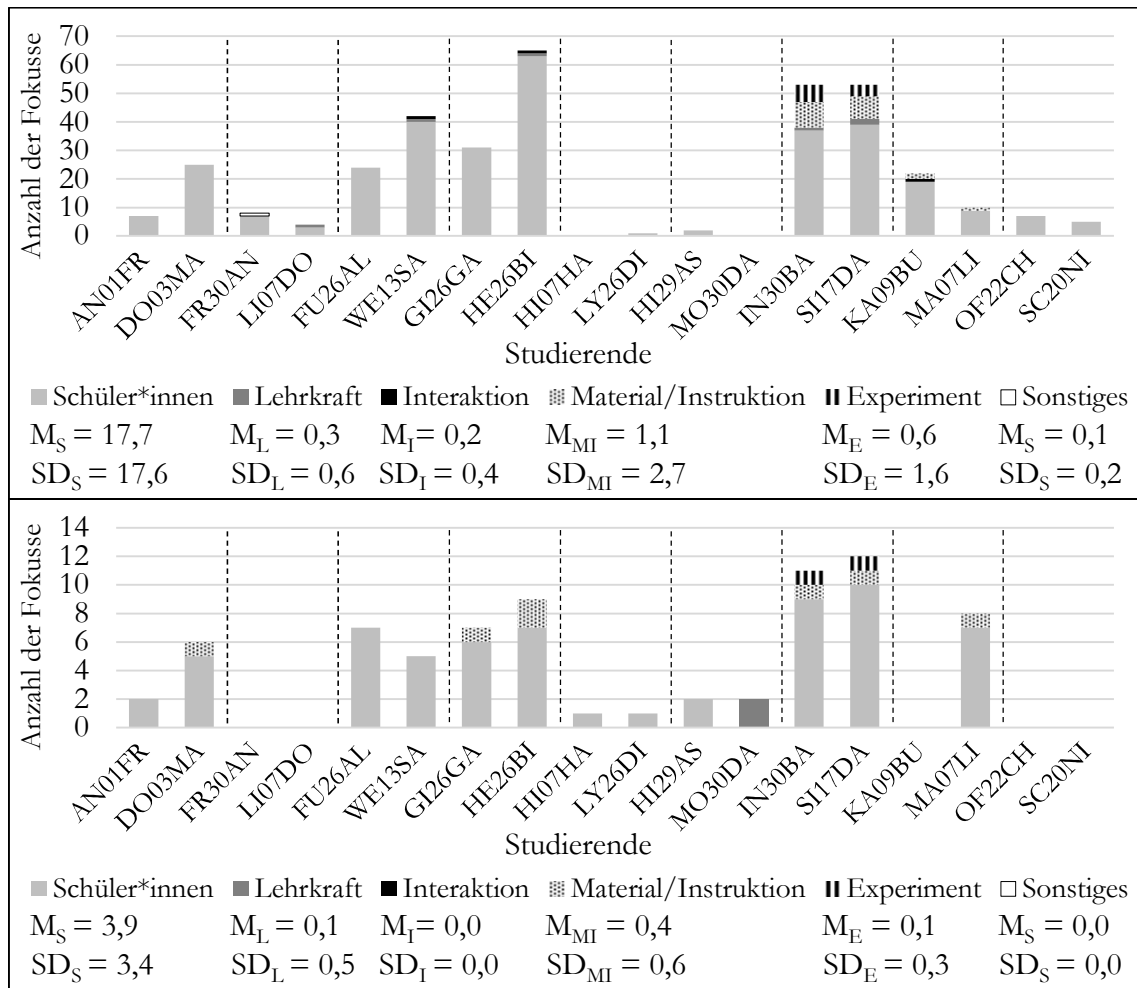


Abb. 35: Identifizierte Fokusse in den Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 360 Fokusse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 73 Fokusse) von $N = 18$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

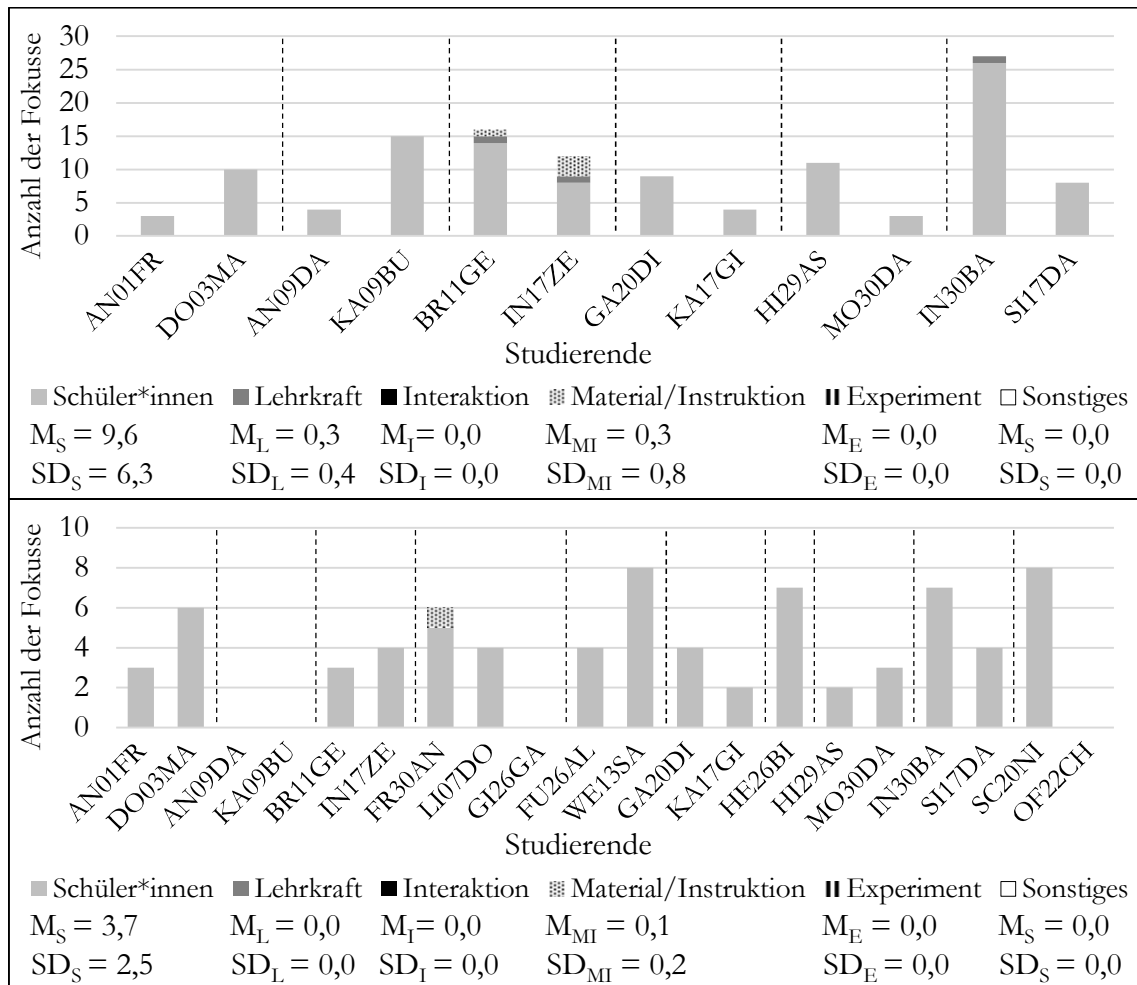


Abb. 36: Identifizierte Fokusse in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 122 Fokusse) von $N = 12$ Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht koordiniert, insgesamt 75 Fokusse) von $N = 19$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

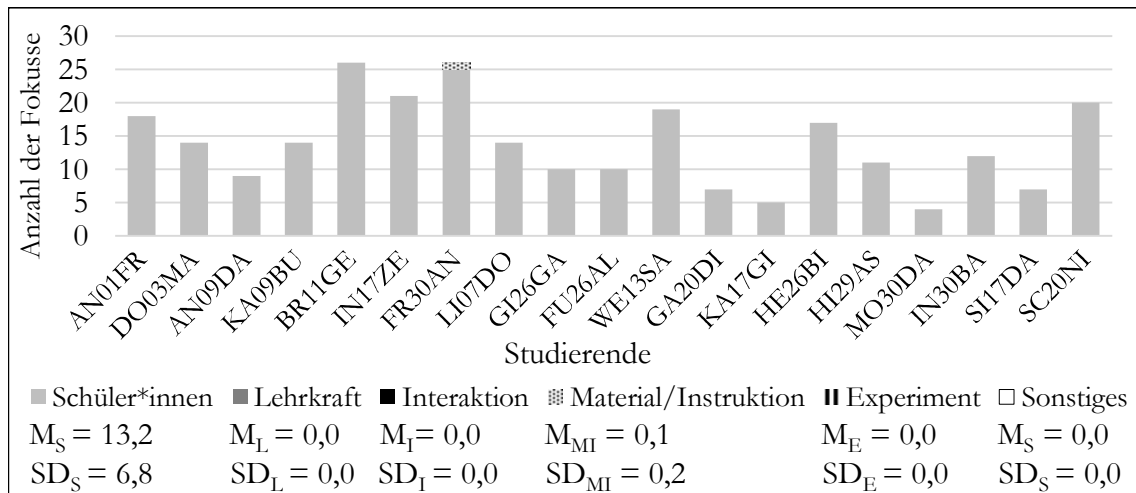


Abb. 37: Identifizierte Fokusse in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 264 Fokusse) von $N = 19$ Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/ Stein mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

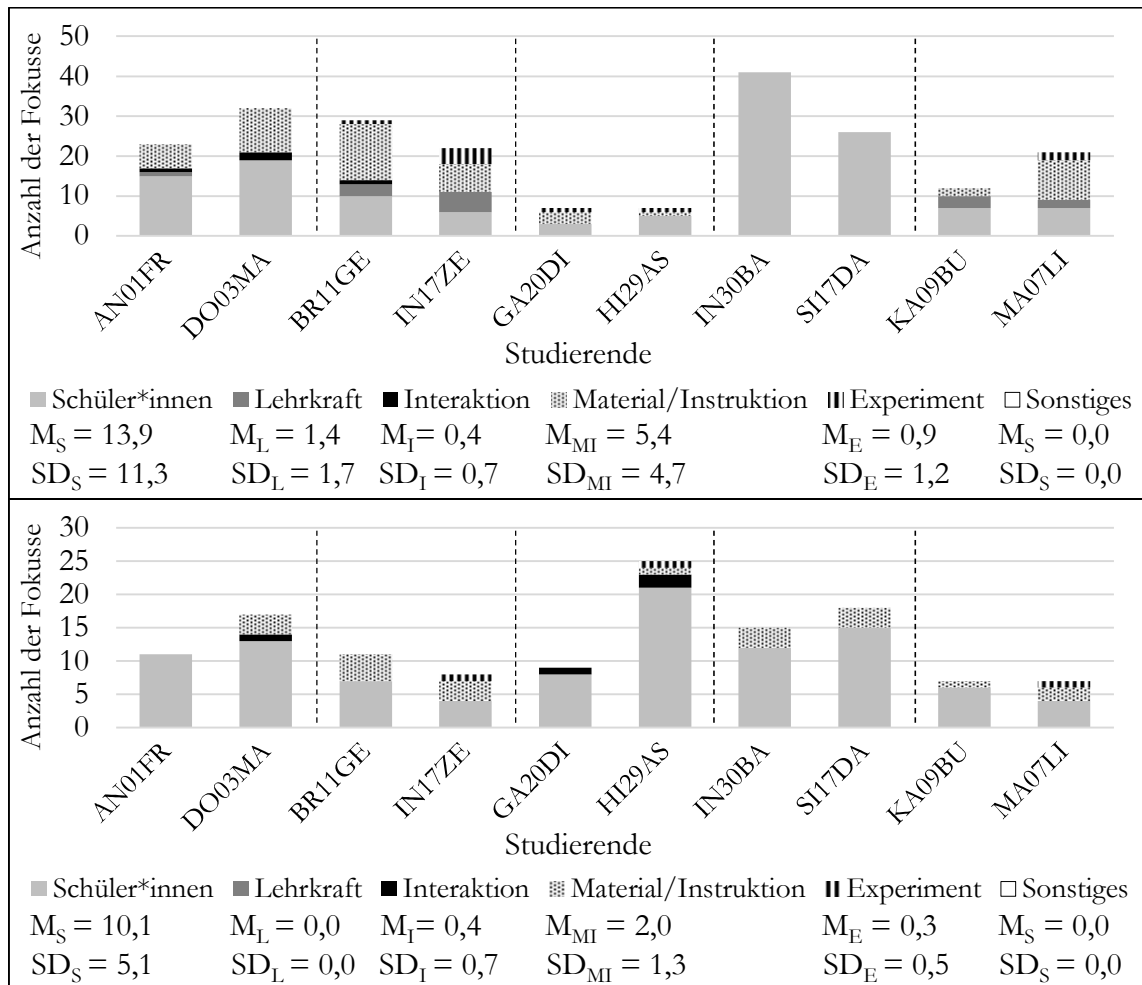


Abb. 38: Identifizierte Fokusse in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 220 Fokusse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 128 Fokusse) von $N = 10$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

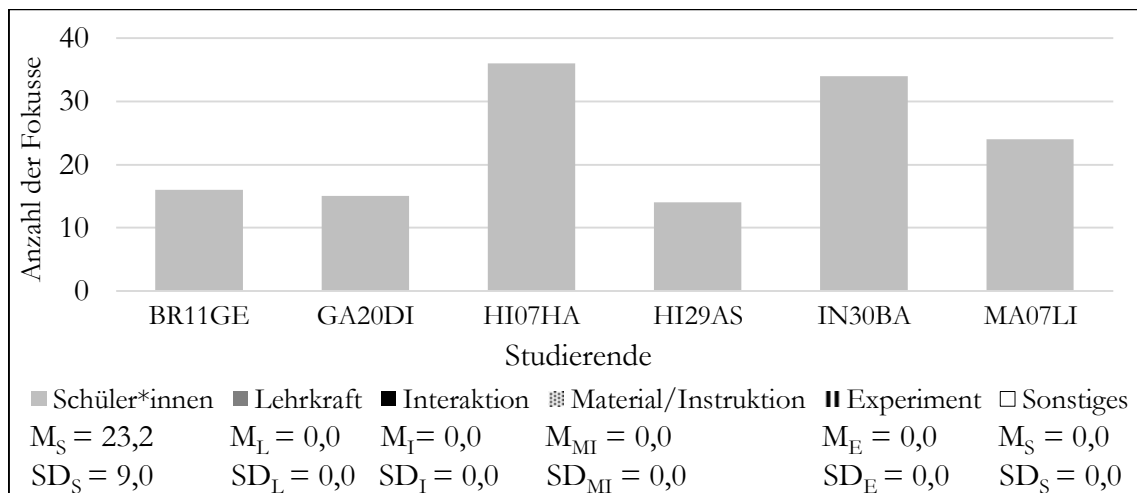


Abb. 39: Identifizierte Fokusse in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 139 Fokusse) von $N = 6$ Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus

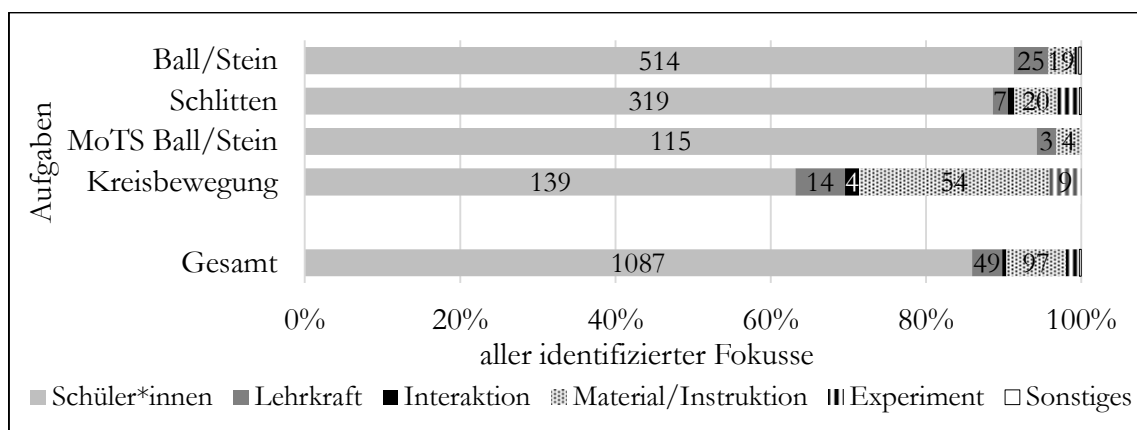


Abb. 40: Alle 1265 identifizierten Fokusse in den Komponenten aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung

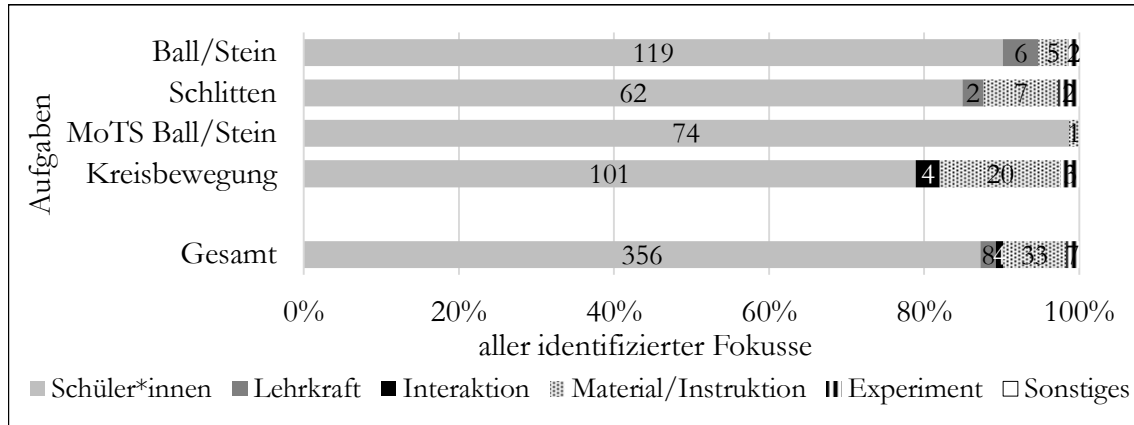


Abb. 41: Alle 408 identifizierten Fokusse in den Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung

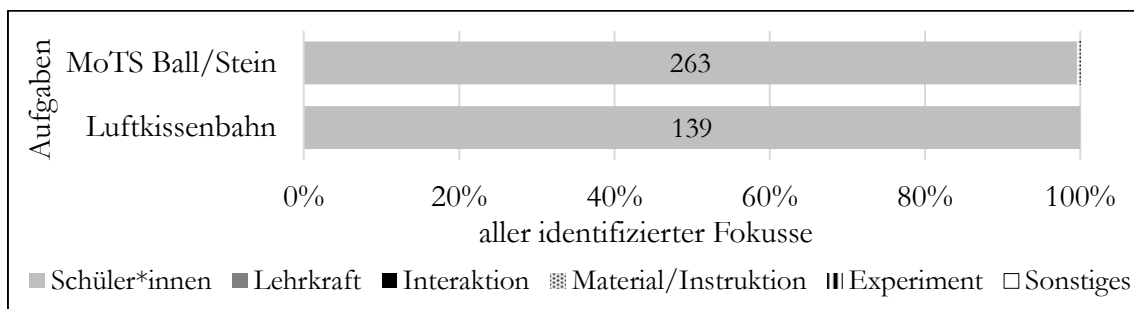


Abb. 42: Alle 402 identifizierten Fokusse in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn

Die Abbildungen 34-42 zeigen, dass bei den Studierenden in allen Aufgaben die Schüler*innen deutlich im Zentrum der Analyse stehen – unabhängig von Einzel- oder Partnerarbeit oder von der Datenquelle (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen). Der Fokus *Schüler*innen* wurde in den Videoaufzeichnungen relativ zu ca. 94 % von 122 Fokussen bei Aufgabe *MoTS Ball/Stein* bis zu ca. 63 % von 220 Fokussen bei der Aufgabe *Kreisbewegung* identifiziert. Betrachtet man alle identifizierten 1265 Fokusse in den Videoaufzeichnungen, sind davon ca. 86 % auf Schüler*innen ausgerichtet. In den schriftlichen Aufzeichnungen wird der Fokus auf Schüler*innen noch einmal deutlicher. Hier ist der Fokus *Schüler*innen* in den Partnerarbeiten relativ zu ca. 99 % von 75 Fokussen bei Aufgabe *MoTS Ball/Stein* bis zu ca. 79 % von 128 Fokussen bei Aufgabe *Kreisbewegung* identifiziert worden. In den 408 Fokussen, die in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten identifiziert wurden, sind insgesamt 356 mit dem Fokus *Schüler*innen* identifiziert worden, dies entspricht ca. 87 %. In den schriftlichen Aufzeichnungen der Einzelarbeiten ist der Fokus auf Schüler*innen sogar nur knapp unter 100 %. Hier wurde lediglich in der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* ein anderer Fokus (*Material/Instruktion*) identifiziert.

Am zweithäufigsten fokussieren die Studierenden auf *Material/Instruktion*, wobei dies nicht bei jeder Aufgabe der Fall ist. Die relativen Anteile schwanken bei *Material/Instruktion* z. B. in den Videoaufzeichnungen zwischen ca. 25 % von 220 Fokussen bei Aufgabe *Kreisbewegung* und ca. 3 % von 122 Fokussen bei Aufgabe *MoTS Ball/Stein*. Besonders auffällig ist, dass in Aufgabe *Kreisbewegung* in Relation zu den anderen Aufgaben der Fokus *Material/Instruktion* wesentlich häufiger auftritt. Auch in den schriftlichen Aufzeichnungen zu dieser Aufgabe liegen diese bei ca. 16 % von 128 Fokussen. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die Studierenden bei der Aufgabe *Kreisbewegung* mit dem konstruierten Unterrichtsprotokoll nicht nur Aufgaben und Interaktionen zwischen Schüler*innen analysieren, sondern auch Instruktionen enthalten sind. Außerdem sollte bedacht werden, dass die Studierenden vor dem Bearbeiten der Aufgabe als Hausaufgabe einen Unterricht zum Thema *Kreisbewegung* erstellen sollten. Dies könnte den Fokus ebenfalls teilweise auf *Material/Instruktion* lenken. Zu der Aufgabe *Kreisbewegung* ist insbesondere die Gruppe aus BR11GI und IN17ZE auffällig. Diese Gruppe fokussiert hauptsächlich auf *Material/Instruktion*. Schüler*innen machen bei diesen beiden Studierenden zumindest in den Videoaufzeichnungen weniger als die Hälfte der Fokusse aus (vgl. Abb. 38). Dazu steht die Gruppe aus IN30BA und SI17DA im Kontrast. Diese beiden Studierenden fokussieren in den analysierten Videoaufzeichnungen zu Aufgabe *Kreisbewegung* fast ausschließlich auf Schüler*innen (vgl. Abb. 38). BR11GE und IN17ZE sind mit ihren Fokussen auch in den anderen Aufgaben auffällig. Diese Gruppe scheint im Vergleich zu den anderen Studierenden generell häufiger auf *Material/Instruktion* zu fokussieren als andere Studierende. Dies passiert in Teilen gemeinsam mit dem Fokus *Experiment* (vgl. Abb. 34-38). Auffällig zu dem Fokus *Material/Instruktion* ist außerdem, dass in den schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe *Luftkissenbahn* ein solcher Fokus nicht identifiziert werden konnte. In der Vignette ist eine Aufgabe mit einem Experiment dargestellt. Die Studierenden haben hier nicht das Potential der Vignette genutzt, um auch die Aufgabe oder das darin thematisierte Experiment in ihre Transkriptanalysen zu integrieren. Allerdings handelt es sich mit sechs Studierenden um eine kleine Stichprobe und nur mit wenigen Studierenden mehr könnten die Fokusse ggf. anders gelagert sein.

Schaut man sich die Auswertung der Partnerarbeiten (Videoaufzeichnungen und schriftliche Aufzeichnungen) an, ist auffällig, dass relativ selten auf die *Lehrkraft* fokussiert wird – z. B. in den Videoaufzeichnungen in insgesamt ca. 4 % der 1265 identifizierten Fokusse. In manchen Aufgaben ist die *Lehrkraft* aber auch teilweise der am zweithäufigsten identifizierte Fokus, z. B. in Aufgabe *Ball/Stein*. Außer zu Aufgabe *Luftkissenbahn* beinhalten alle genutzten Vignetten eine Lehrkraft oder eine*n Interviewer*in (die*der bei einer Fokussierung als *Lehrkraft* gewertet wurde). Es scheint also zuerst überraschend, dass dieser Fokus relativ wenig identifiziert werden konnte. Dass die Studierenden hauptsächlich auf Schüler*innen fokussieren und nicht auf die Lehrkraft, ist bei genauerer Betrachtung der Vignetten jedoch nicht mehr verwunderlich. Auch wenn die meisten Vignetten Aufgaben und eine Lehrkraft beinhalten, machen die Aktivitäten der Schüler*innen den Großteil der Vignetten aus. Gleichzeitig sind auch die Aufgabenstellungen an die Studierenden darauf ausgelegt, dass insbesondere

das Verständnis der Schüler*innen analysiert werden soll. Die Fokusse der Studierenden passen auch mit der Definition von Diagnostik zusammen, die sich auf Schüler*innen und Aufgaben bezieht (vgl. Kap. 2). Dass Studierende beim Diagnostizieren auf Schüler*innen fokussieren, sieht man z. B. auch bei Alonzo und v. Aufschnaiter (2018).

Das beforschte Seminar fokussiert auf Schüler*innen und auf Aufgaben. Es ist also davon auszugehen, dass die Studierenden dadurch generell einen Fokus auf diese beiden Aspekte richten. Für zukünftige Untersuchungen könnte es aber insbesondere interessant sein genauer zu untersuchen, was die Studierenden inhaltlich diskutieren, wenn sie nicht auf *Schüler*innen* fokussieren. Insbesondere bei einem Fokus auf *Material/Instruktion* könnte von Interesse sein, welche spezifischen Aspekte sie in den Materialien oder den Instruktionen thematisieren. Dabei könnte auch von Bedeutung sein, die Materialien und die Instruktionen ggf. noch einmal getrennt voneinander zu betrachten. Hierzu bräuchte es aber Analysen, die den Inhalt der Komponenten wesentlich genauer untersuchen als nur Fokusse und Kompetenzaspekte zu identifizieren.

5.2.2 Inhalt der Komponenten – Kompetenzaspekt

Weitere Inhalte, die beim Diagnostizieren zentral sind, und die im Rahmen der Studie untersucht wurden, sind Kompetenzaspekte, die die Studierenden in den identifizierten Komponenten adressieren. In der Studie wurde untersucht, ob die Studierenden folgende Kompetenzaspekte adressieren: *Fachliche Kompetenz*, *Motivation und Mitarbeit*, *soziale Fähigkeiten*, *allgemeine Fähigkeiten* (z. B. Lesekompetenz) oder *sonstige Kompetenzen*, die durch die anderen Kompetenzaspekte nicht abgedeckt sind. Zusätzlich wurde untersucht, ob die Studierenden in den einzelnen Komponenten *Heterogenität* adressieren.

Ähnlich wie bereits in Kapitel 5.2.1 zu den Fokussen werden für jede Aufgabe die Kompetenzaspekte der einzelnen Studierenden abgebildet. Auch hier wird nicht im Einzelnen auf jede durch die Studierenden bearbeitete Aufgabe eingegangen. In den Abbildungen 43-51 sind die identifizierten Kompetenzaspekte der verschiedenen Aufgaben für die Partner- und Einzelarbeiten abgebildet. Die identifizierten Kompetenzaspekte aller Studierenden zu allen Aufgaben werden außerdem zusammengefasst dargestellt. Für die ausgewerteten Videoaufzeichnungen wurden erneut nicht die Kompetenzaspekte berücksichtigt, die zu den Beobachtungen gehören, um die Ergebnisse der Videoaufzeichnungen und schriftlichen Aufzeichnungen besser miteinander vergleichen zu können. In den Abbildungen sind auf der x-Achse die jeweiligen Studierenden aufgetragen, auf der y-Achse ist die Anzahl der identifizierten Kompetenzaspekte aufgetragen. Studierende, die in einer Gruppe gearbeitet haben, sind nebeneinander dargestellt. Die Gruppen sind durch gestrichelte Linien abgegrenzt. Bei den Abbildungen 49-51 wurde eine Skalierung gewählt, die von 80-100% geht, da die prozentualen Anteile der Kompetenzaspekte teilweise so gering sind, dass man sie bei einer Skalierung der x-Achse von 0-100% nicht erkennen würde. Beim Auswerten der Daten war es möglich, einen Kompetenzaspekt in einer Komponente zu identifizieren, es gibt jedoch auch Komponenten, in denen keine Kompetenzaspekte identifiziert wurden. Außerdem können

mehrere Kompetenzaspekte pro Komponente identifiziert werden. Die Anzahl der identifizierten Komponenten stimmt deshalb nicht mit der Anzahl der identifizierten Kompetenzaspekte überein. Z. B. wurden zur der Aufgabe *Ball/Stein* in den Videoaufzeichnungen der Studierenden ohne Beobachtungen 545 Komponenten identifiziert (vgl. Kap. 5.1), aber darin insgesamt 571 Kompetenzaspekte. Wie bereits im vorherigen Kapitel schwanken die Teilnehmerzahlen von Aufgabe zu Aufgabe, da teilweise Studierende abwesend waren oder aufgezeichnete Daten nicht ausgewertet werden konnten (vgl. Kap. 4.2.1). Dies ist insbesondere bei der Aufgabe *Luftkissenbahn* deutlich zu erkennen, da hier nur sechs Studierende an der Datenerhebung teilnahmen.

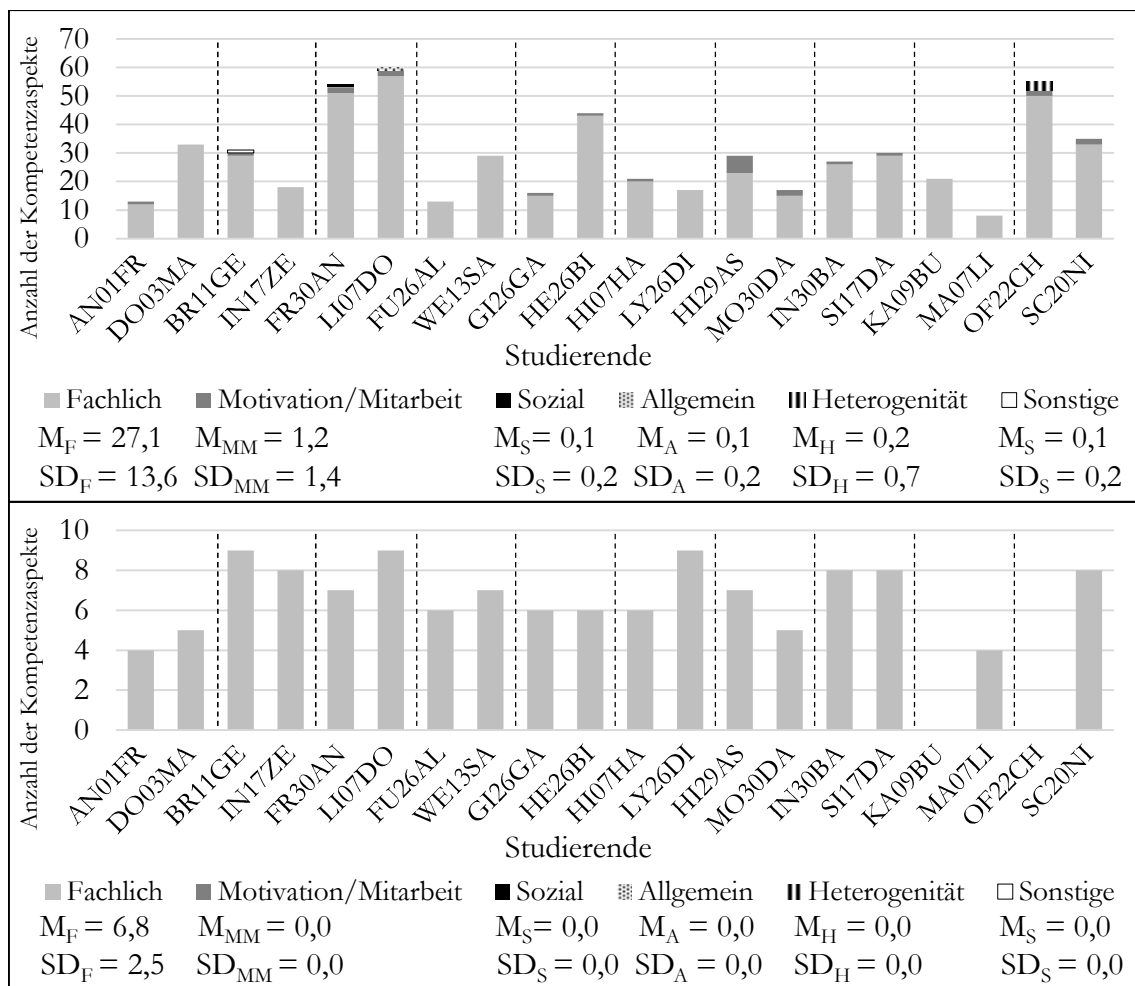


Abb. 43: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten zu der Aufgabe *Ball/Stein* in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 571 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 122 Kompetenzaspekte) von $N = 20$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

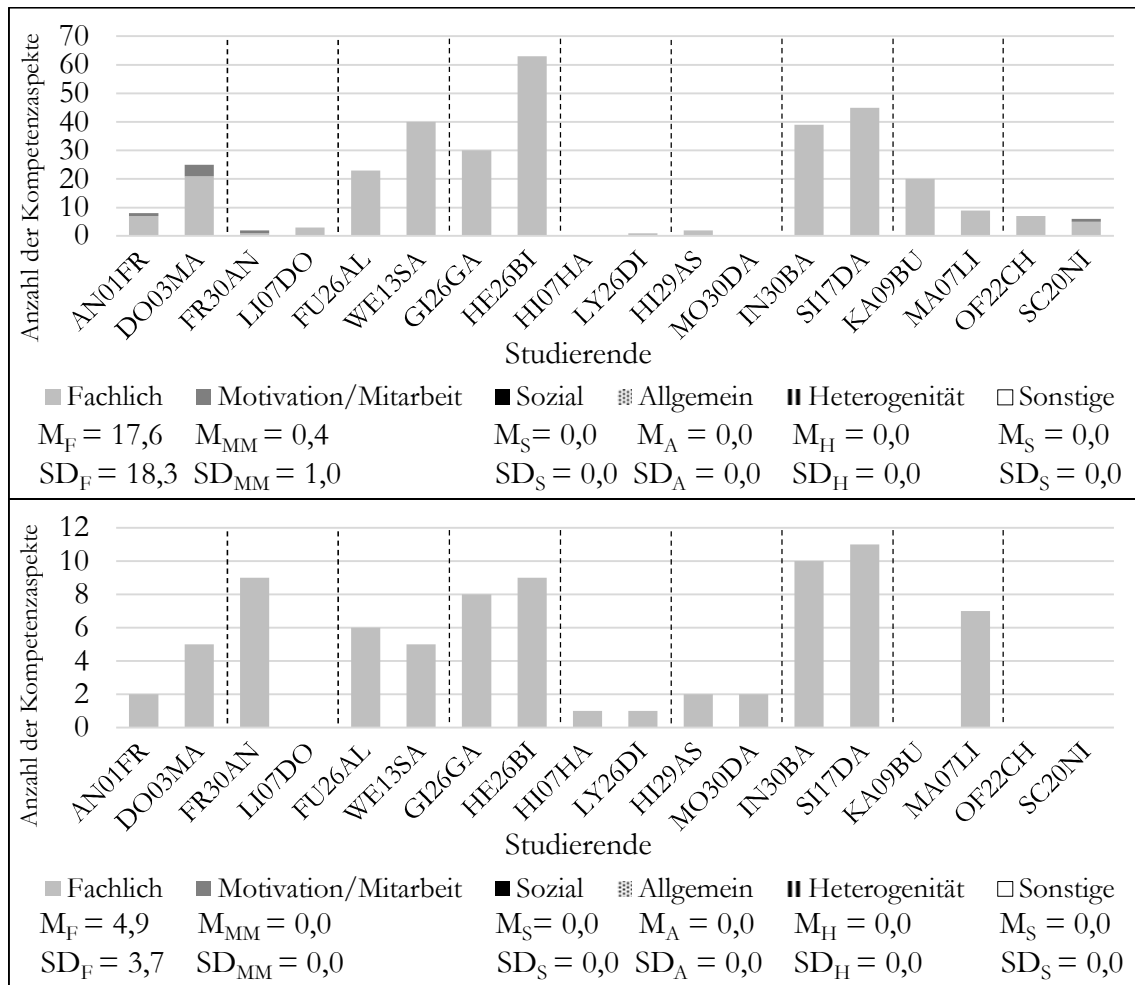


Abb. 44: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 323 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 78 Kompetenzaspekte) von $N = 18$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

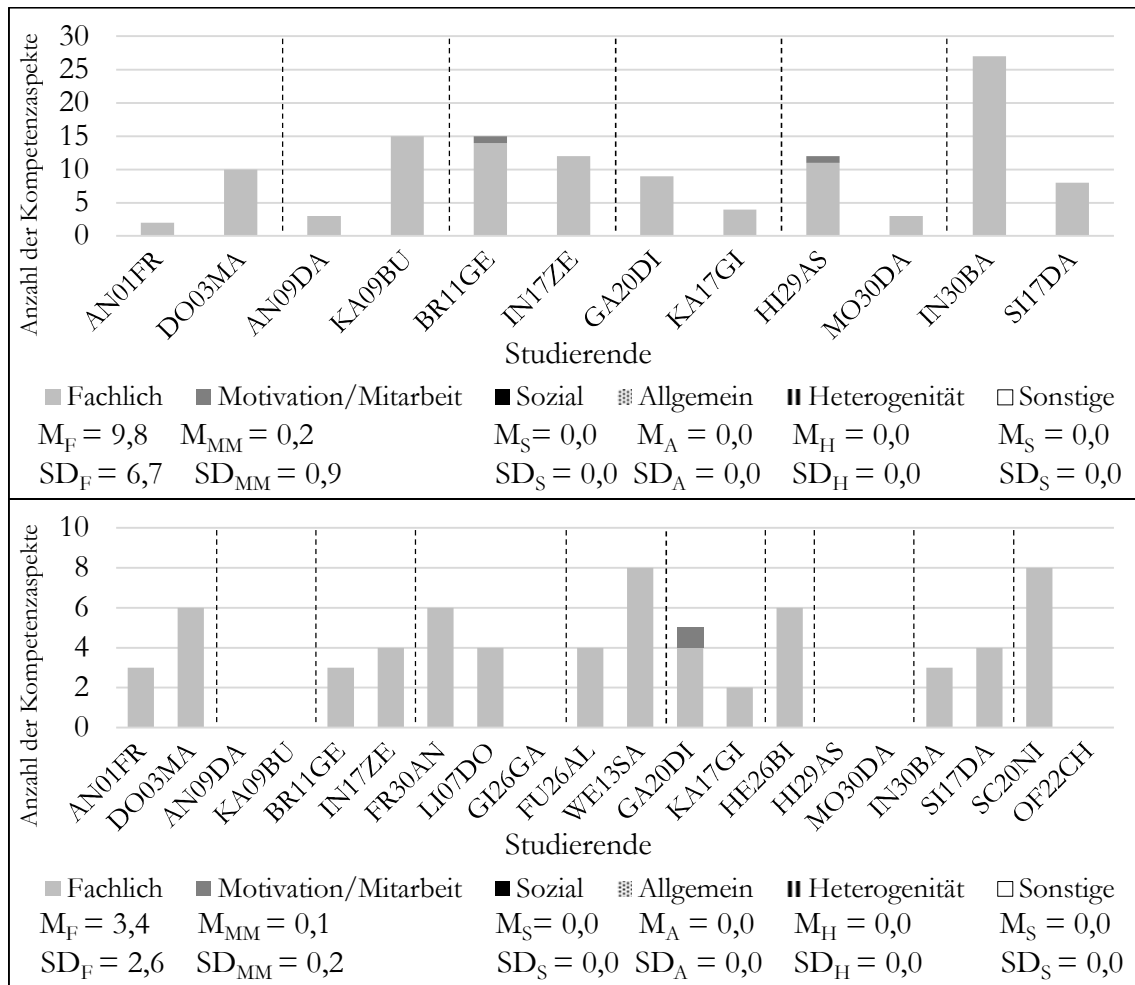


Abb. 45: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 120 Kompetenzaspekte) von $N = 12$ Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 66 Kompetenzaspekte) von $N = 19$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

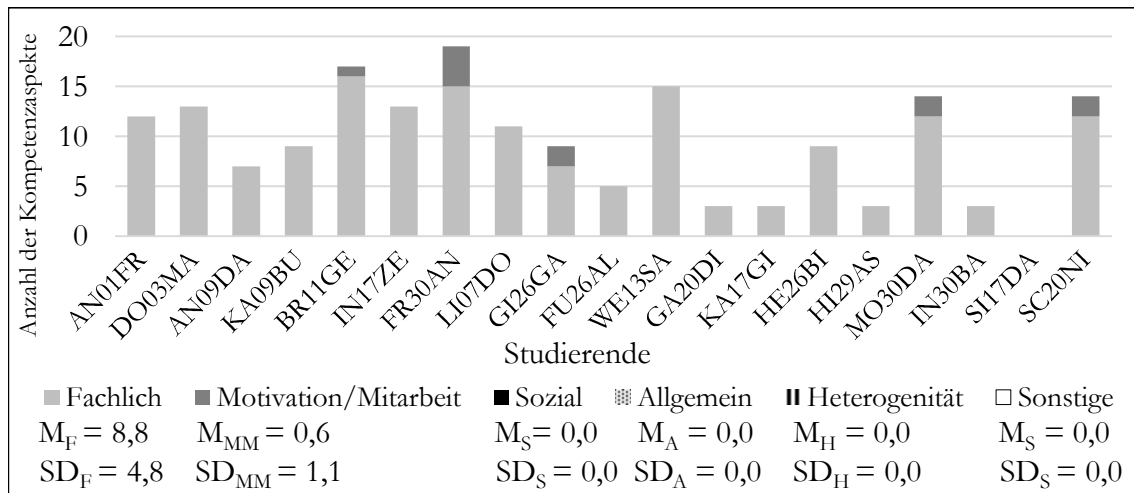


Abb. 46: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 179 Kompetenzaspekte) zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein von $N = 19$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

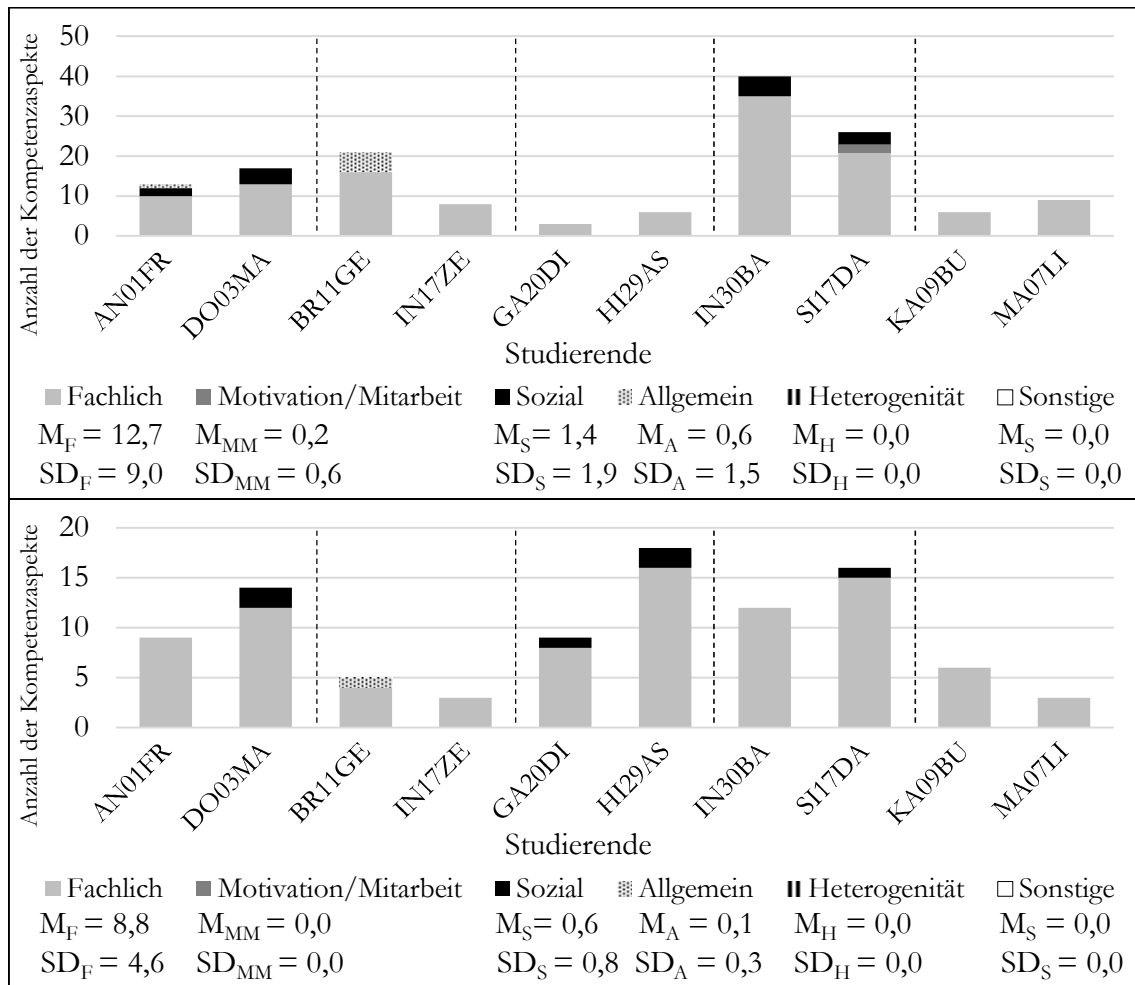


Abb. 47: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 149 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 95 Kompetenzaspekte) von N = 10 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

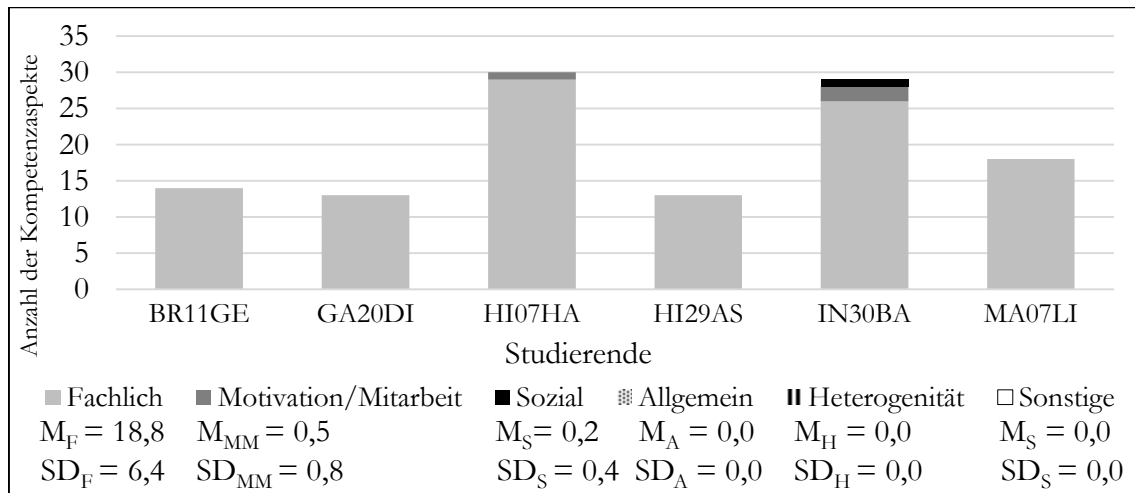


Abb. 48: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen kodiert, insgesamt 117 Kompetenzaspekte) von $N = 6$ Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt

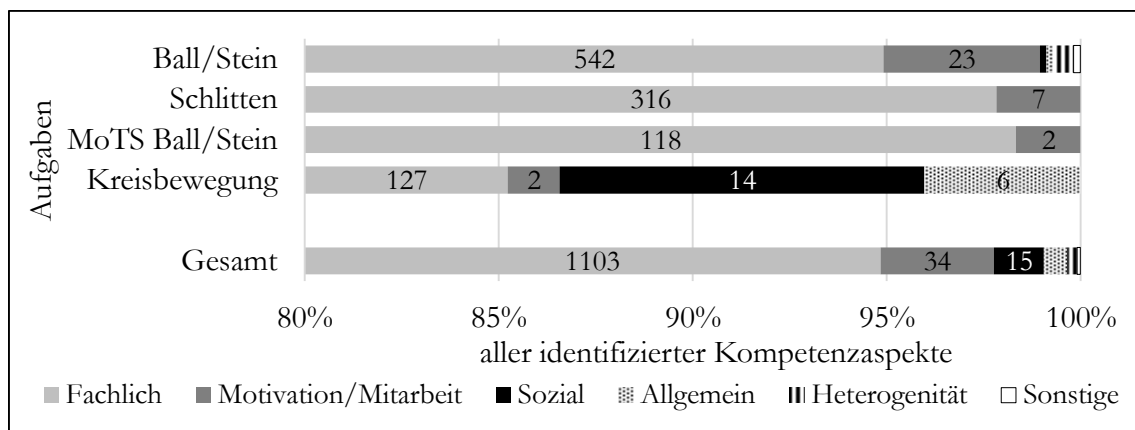


Abb. 49: Alle 1136 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung

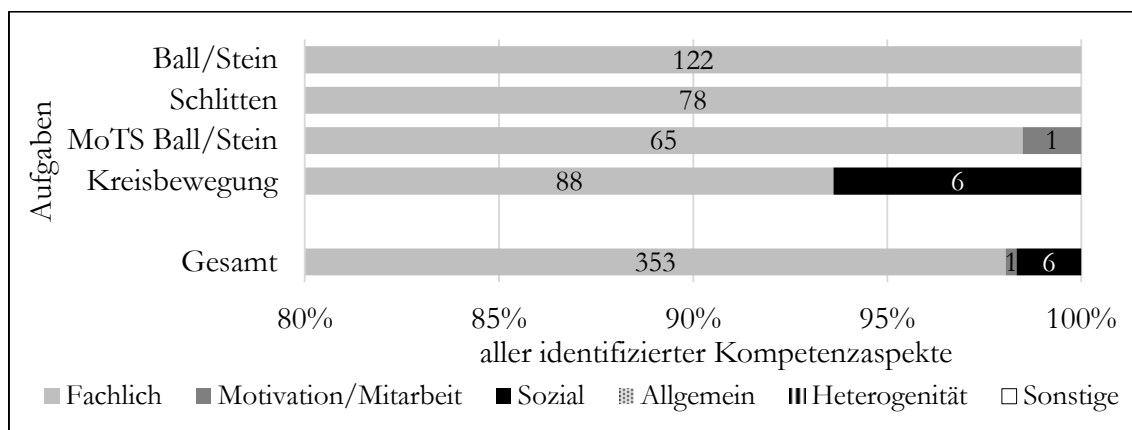


Abb. 50: Alle 360 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung

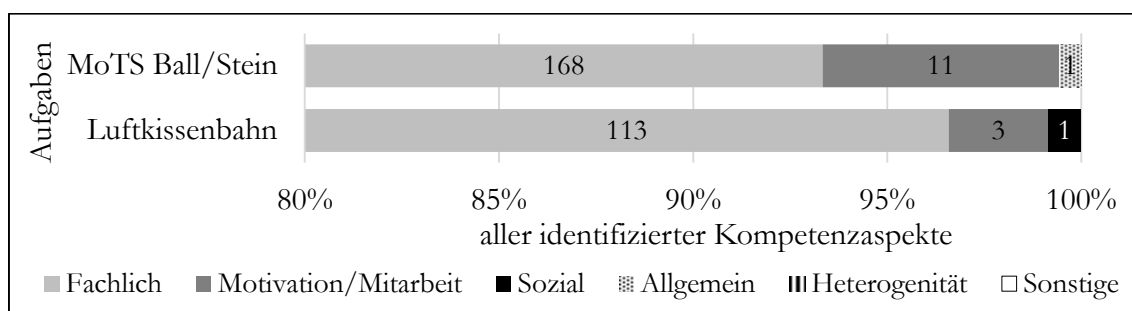


Abb. 51: Alle 297 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn

In den Abbildungen 43-51 ist zu erkennen, dass bei den Studierenden in allen Aufgaben hauptsächlich *fachliche Kompetenz* im Zentrum der Analysen steht – unabhängig von Einzel- oder Partnerarbeit oder von der Datenquelle (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen). Der Kompetenzaspekt *fachliche Kompetenz* konnte in den Videoaufzeichnungen relativ zu ca. 98 % von 316 Kompetenzaspekten bei Aufgabe *Schlitten* bis zu ca. 85 % von 149 Kompetenzaspekten bei der Aufgabe *Kreisbewegung* identifiziert werden. Unter Berücksichtigung aller 1163 identifizierten Kompetenzaspekte in den Videoaufzeichnungen sind davon insgesamt ca. 95 % als *fachliche Kompetenz* identifiziert worden. In den schriftlichen Aufzeichnungen lassen sich ähnlich hohe Anteile *fachlicher Kompetenz* in den identifizierten Komponenten erkennen. In den schriftlichen Aufzeichnungen, die in Partnerarbeit entstanden sind, ist der Kompetenzaspekt *fachliche Kompetenz* relativ zu 100 % von 122 Komponenten bei Aufgabe *Ball/Stein*⁴⁴ bis zu ca. 93 % von 95 Kompetenzaspekten bei Aufgabe *Kreisbewegung* iden-

⁴⁴ Auch bei der Aufgabe *Schlitten* waren in den schriftlichen Partnerarbeiten 100 % der identifizierten 78 Kompetenzaspekte *fachliche Kompetenz*.

tifiziert worden. In allen identifizierten Kompetenzaspekten in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten wurden ca. 98 % der 360 identifizierten Kompetenzaspekte als *fachliche Kompetenz* identifiziert. In den schriftlichen Aufzeichnungen der beiden Einzelarbeiten ist der Kompetenzaspekt *fachliche Kompetenz* zu ca. 95 % identifiziert worden (ca. 93 % von 180 Kompetenzaspekten in Aufgabe MoTS *Ball/Stein* und ca. 97 % von 117 Kompetenzaspekten in Aufgabe *Luftkissenbahn*).

Schaut man sich alle Aufgaben und alle Datenformate (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen) an, ist der Kompetenzaspekt *Motivation/Mitarbeit* zwar am zweithäufigsten identifiziert worden, allerdings so viel weniger als *fachliche Kompetenz*, dass dieser z. B. in den Videoaufzeichnungen maximal 4 % von 545 identifizierten Kompetenzaspekten bei der Aufgabe *Ball/Stein* ausmacht. Mit der Ausnahme von der Aufgabe *Kreisbewegung*, bei der auch relativ oft *soziale Kompetenzen* thematisiert werden, konnten die anderen Kompetenzaspekte sowie *Heterogenität* in der Regel gar nicht oder wenn, dann zu maximal 1 % der jeweilig identifizierten Kompetenzaspekte identifiziert werden.

In den analysierten Daten sind nur wenige Studierende dahingehend auffällig, dass sie neben *fachlicher Kompetenz* auch vermehrt andere Kompetenzaspekte ansprechen. Die Studierenden AN01FR, DO03MA, IN30BA und SI17DA benennen in der Aufgabe *Kreisbewegung* vereinzelt auch *soziale Fähigkeiten*. In den Videoaufzeichnungen zu dieser Aufgabe (*Kreisbewegung*) benennen BR11GE und AN01FR außerdem *allgemeine Fähigkeiten* (vgl. Abb. 47). HI29AS fällt zumindest in den Videoaufzeichnungen zu Aufgabe *Ball/Stein* auf, da die Person in sechs Komponenten *Motivation/Mitarbeit* thematisiert, was wesentlich mehr ist als bei den anderen Studierenden (null bis maximal zwei Komponenten, vgl. Abb. 43).

Die Ergebnisse zeigen u. a., dass sich der Anteil der adressierten Kompetenzaspekte, der keine *fachliche Kompetenz* betrifft, zu den verschiedenen Aufgabenstellungen variiert. So ist insbesondere bei der Aufgabe *Kreisbewegung* zu erkennen, dass auch *soziale Fähigkeiten* und *allgemeine Kompetenzen* thematisiert werden. Trotzdem ist auch in dieser Aufgabe der Kompetenzaspekt *fachliche Kompetenz* zu ca. 85 % von 149 Kompetenzaspekten in den Videoaufzeichnungen deutlich am meisten identifiziert worden. Dies ist nicht überraschend, da die bearbeiteten Vignetten einen hohen fachlichen Inhalt bieten und sich die Studierenden in der Lehrveranstaltung u. a. fachlich mit den Themen auseinandersetzen (vgl. Tab. 6).

Der Inhalt der Vignetten könnte eine Erklärung dafür sein, weshalb die Studierenden hauptsächlich *fachliche Kompetenz* adressieren. Zusätzlich konnten sich die Studierenden insbesondere zu dem Themenkomplex Kraft und Bewegung im beforschten Seminar so intensiv auseinandersetzen (vgl. Tab. 6), dass auch von dieser Seite eine Art Fokussierung auf das fachlich gelernte/wiederholte stattgefunden haben könnte. Diese von den Studierenden adressierten fachlichen Kompetenzen sind relativ vielfältig. Das Kategoriensystem mit dem Code *fachliche Kompetenz* schlüsselt diese Vielfalt nicht weiter auf. Für zukünftige Untersuchungen könnte

von Interesse sein, welche Kompetenzaspekte in fachlicher Kompetenz genau von Studierenden angesprochen werden. Hier könnte man insbesondere auch noch einmal die fachmethodischen Kompetenzen abgrenzen.

Aus den Befunden lässt sich zudem ableiten, dass insbesondere die Struktur der Vignetten dazu führen könnte, dass Studierende auch andere Kompetenzaspekte adressieren. In dem Video, dem Transkript und dem Unterrichtsprotokoll zu der Aufgabe *Kreisbewegung* sind verschiedene Schüler*innen in einem sozialen Diskurs abgebildet. So ist es nicht verwunderlich, dass die Studierenden an dieser Stelle auch soziale Fähigkeiten adressieren. Dieses Beispiel zeigt, dass den Studierenden in den Vignetten auch zentrale Aspekte auffallen, die nicht intensiv in der dazugehörigen Lehrveranstaltung thematisiert wurden. Weiterhin ist auffällig, dass kein*e Studierende*r die Heterogenität der Schüler*innen anspricht, obwohl die Äußerungen der Schüler*innen fachlich verschiedene Qualitäten aufweise – insbesondere in den Aufgaben *Kreisbewegung* und *Luftkissenbahn*. Um auf die Heterogenität von Schüler*innen eingehen zu können, ist es nötig Diagnosen zu verschiedenen Schüler*innen zu machen und diese dann zu kontrastieren. Das stellt eine relativ hohe Anforderung an die Studierenden dar, was eine Erklärung dafür sein könnte, dass Heterogenität nicht angesprochen wird. Aus dieser Interpretation sollte jedoch nicht geschlussfolgert werden, dass den Studierenden die Heterogenität der Schüler*innen nicht auffällt. Vielmehr diskutieren sie diese nicht miteinander und schreiben dazu nichts auf.

5.3 Nutzung von Theorie- und Empiriebezügen allgemein

Ein zentraler Inhalt der Diagnoseprozesse wird durch die Theorie- und Empiriebezüge dargestellt. Diese unterstützen (angehende) Lehrkräfte beim Diagnostizieren, indem sie Orientierung und Anknüpfungspunkte bieten – in allen Komponenten des Diagnoseprozesses (vgl. Kap. 2.3.2). In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse zu allen Theorie-/Empiriebezügen dargestellt, die in der Studie identifiziert werden konnten. Detaillierter auf *Learning Progressions* wird erst in Abschnitt 5.4 eingegangen. Die Darstellung der Ergebnisse ist von folgenden Forschungsfragen geleitet:

- F2.1** Welche Theorie- und Empiriebezüge lassen sich im Diagnoseprozess der Studierenden identifizieren?
- F2.2** Welche Bezüge lassen sich neben Theorie- und Empiriebezügen identifizieren?
- F2.3** Unter welchen Umständen werden Theorie- und Empiriebezüge von Studierenden im Diagnoseprozess genutzt?
- F2.4** Wie verändert sich die Nutzung der Theorie- und Empiriebezüge der Studierenden im Laufe der Zeit?

In den vorherigen Kapiteln wurden die in den Komponenten (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz; vgl. Kap. 2.3.3) identifizierten Fokusse und Kompetenzaspekte dargestellt. Im Zuge des in Kapitel 4.3.2 thematisierten Kategoriensystems wurden diesen Komponenten Theorie-/Empiriebezüge zugewiesen, sofern diese in den jeweiligen Komponenten identifizierbar waren. Dabei handelt es sich um die Theorie-/Empiriebezüge *Schülervorstellungen*, *Learning Progressions*, *Konzeptualisierungsniveaus*, *Erfahrungsbezug*, *Erleben*, *Interesse* und andere Theorie-/Empiriebezüge, die nicht Teil der untersuchten Veranstaltung waren.

Für die Beantwortung der Forschungsfragen 2.1-2.4 wird ähnlich vorgegangen wie bei den vorherigen Abschnitten zu den Komponenten und dem Inhalt. Die Ergebnisse werden jedoch für alle Studierenden summiert dargestellt. Diese Darstellung wurde gewählt, da die Studierenden Theorie- und Empiriebezüge abseits von *Learning Progressions* eher sporadisch nutzen. So sind z. B. in den Videoaufzeichnungen zu Aufgabe *Ball/Stein* bei allen Studierenden insgesamt 282 Theorie-/Empiriebezüge identifiziert worden, von denen jedoch lediglich 15 keine Bezüge auf *Learning Progressions* sind. Das bedeutet, dass ein großer Teil der Studierenden oft keine anderen Theorie-/Empiriebezüge nutzt und eine detaillierte Darstellung aus diesem Grund nicht zielführend ist. Außerdem wird an dieser Stelle explizit erwähnt, dass im gesamten Kapitel die identifizierten Beobachtungen nicht berücksichtigt werden.

Identifizierte Theorie- und Empiriebezüge

Bei den identifizierten Theorie- und Empiriebezügen ist berücksichtigt worden, dass die Kategorie *H5 Theorie-/Empiriebezug* nicht disjunkt ist (vgl. Kodiermanual bzw. Abschnitt 4.3.1). Das bedeutet, dass eine identifizierte Komponente u. U. auch mehrere Bezüge auf Theorie oder Empirie beinhalten kann. So ist z. B. mehrfach identifiziert worden, dass ein Sub-Code der *Learning Progressions* und der Code *Schülervorstellungen* gemeinsam vergeben wurden, oder auch, dass ein Sub-Code der *Konzeptualisierungsniveaus* mit einem *Erfahrungsbezug* kodiert wurde. Darum werden in der folgenden Darstellung immer die im vorherigen Abschnitt thematisierten Komponenten als Grundgesamtheit angenommen, die identifizierten Theorie-/Empiriebezüge werden aber jeweils einzeln gezählt. Wenn z. B. in einer Deutung zwei verschiedene Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden konnten, werden beide Bezüge einzeln gezählt (z. B. *Konzeptualisierungsniveaus* und *Erfahrungsbezug*), die Deutung wird jedoch nicht doppelt gezählt, es handelt sich um eine Komponente. Das führt dazu, dass die Summe der identifizierten Theorie-/Empiriebezüge und die Komponenten ohne einen solchen Bezug höher als die absoluten Zahlen aller identifizierter Komponenten ist, also über 100% liegt, weil auf einzelne Komponenten mehr als ein Theorie-/Empiriebezug entfallen kann. Im Folgenden wird das Auftreten der Theorie-/Empiriebezüge nach den Datenformaten (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen) sowie den Sozialformen (Einzel- und Partnerarbeit) beim Bearbeiten der Aufgaben unterschieden.

Werden die Beobachtungen nicht berücksichtigt, enthalten 542 der 1192 Komponenten in den Videoaufzeichnungen Theorie-/Empiriebezüge, dies entspricht ca. 45 %. Im Umkehrschluss enthalten 651 der Komponenten (ca. 55 %) keinen Theorie-/Empiriebezug. Dieses

Verhältnis sieht bei den schriftlichen Aufzeichnungen, die in Partnerarbeit entstanden sind, ähnlich aus. Hier enthalten 192 von 387 Komponenten Theorie-/Empiriebezüge (ca. 50 %) und 195 von 387 Komponenten enthalten keinen Theorie-/Empiriebezug (ebenfalls ca. 50 %). In den schriftlichen Aufzeichnungen der Einzelarbeiten wurden zu der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* in 155 von 263 Komponenten Theorie-/Empiriebezüge identifiziert (ca. 59 %). Demnach konnten in 108 Komponenten keine Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden (ca. 41 %). Zu der Aufgabe *Luftkissenbahn* konnten in 73 von 134 Komponenten Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden (ca. 54 %), 61 Komponenten weisen keinen Theorie-/Empiriebezug auf (ca. 46 %).

Abgesehen von den schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* zeigt sich in den ausgewerteten Videoaufzeichnungen und schriftlichen Aufzeichnungen, dass die relativen Anteile der Komponenten mit und ohne Theorie-/Empiriebezug zumindest für alle Aufgaben aufsummiert ähnlich sind. Im Folgenden werden nun die konkreten Theorie-/Empiriebezüge dargestellt, die in den Komponenten identifiziert werden konnten. Dabei werden die Komponenten ohne einen solchen Bezug nicht mehr berücksichtigt. Die Grundgesamtheit bilden dann alle identifizierten Theorie-/Empiriebezüge. In Abbildung 52 sind die Theorie-/Empiriebezüge abgebildet, die in den Partnerarbeiten identifiziert wurden. Abbildung 53 zeigt die identifizierten Theorie-/Empiriebezüge in den Einzelarbeiten der Aufgaben MoTS *Ball/Stein* und *Luftkissenbahn*.

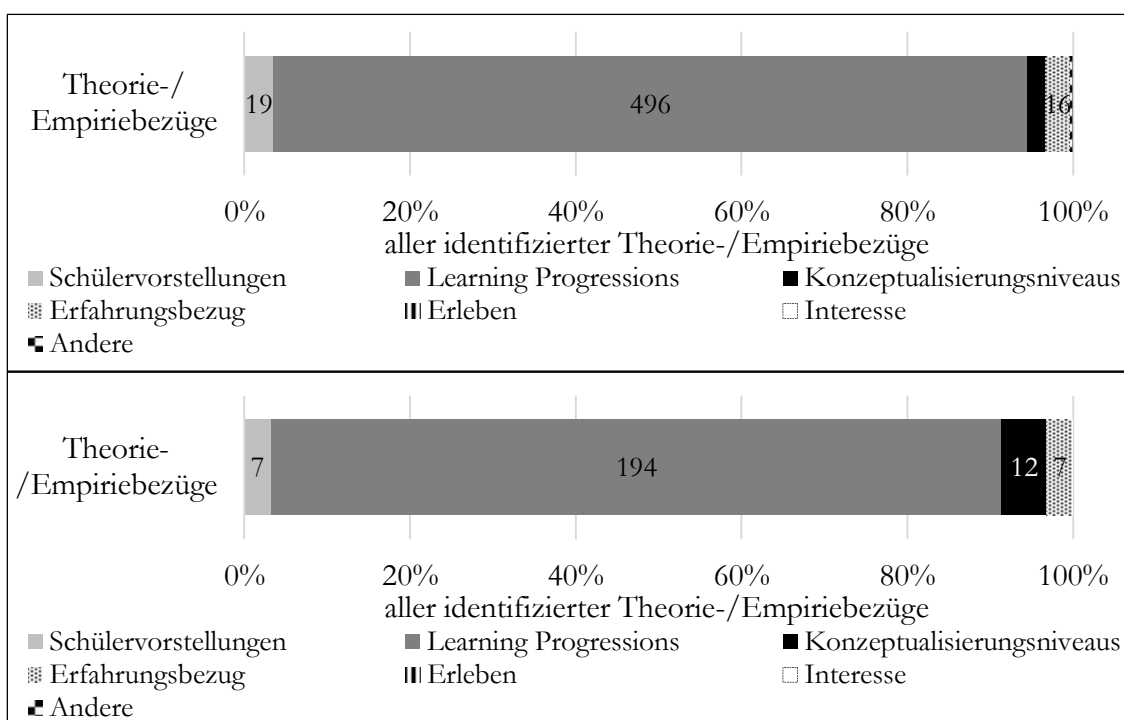


Abb. 52: Alle 545 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 542 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 220 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 192 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)

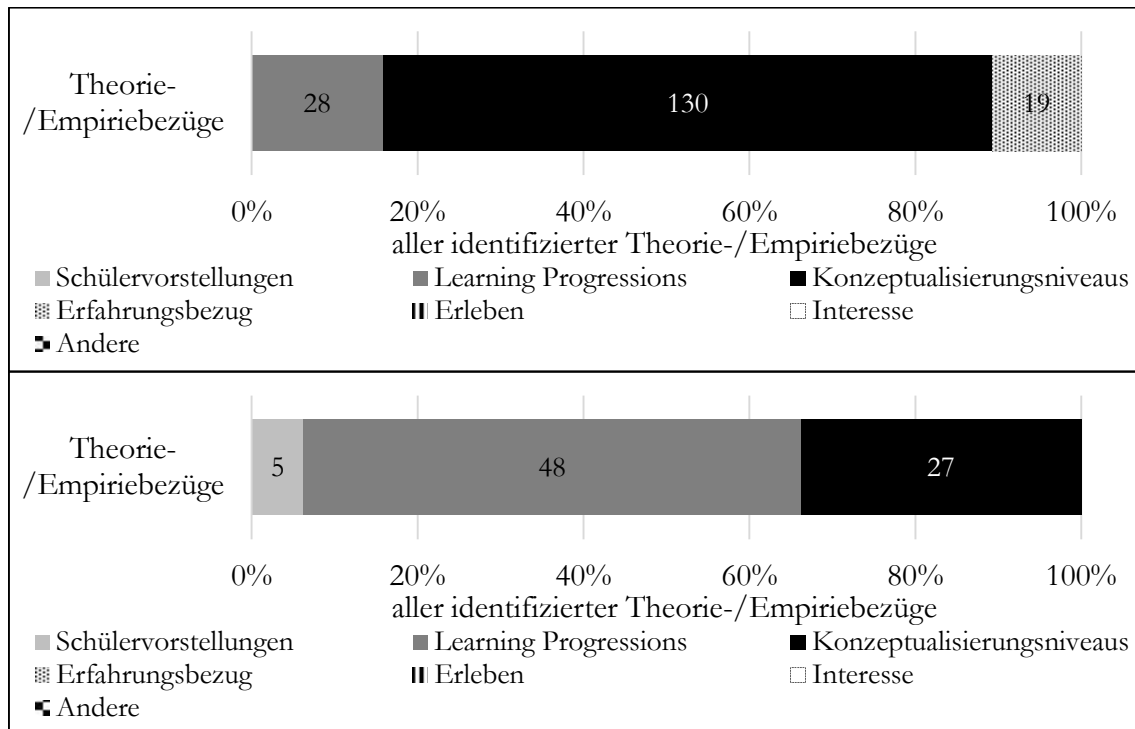


Abb. 53: Alle 177 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 155 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/ Stein (oben) und alle 80 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 73 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn (unten)

Der Großteil der identifizierten Theorie-/Empiriebezüge in den Partnerarbeiten (Abb. 52) sind sowohl in den Videoaufzeichnungen (ca. 91 %) als auch in den schriftlichen Aufzeichnungen (ca. 88 %) *Learning Progressions*. In den Videoaufzeichnungen sind *Schülervorstellungen*, *Konzeptualisierungsniveaus* und *Erfahrungsbezüge* zu jeweils ca. 2-3% identifiziert worden. Außerdem wurden insgesamt 2 *andere* Theorie-/Empiriebezüge identifiziert, was weit weniger als 1% der identifizierten Theorie-/Empiriebezüge ausmacht. Diese relativen Zahlen sind bei den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten nicht deutlich höher (*Schülervorstellungen* und *Erfahrungsbezüge* jeweils ca. 3 %; *Konzeptualisierungsniveaus* ca. 5 %). Andere Bezüge zu Theorie oder Empirie wurden durch die Studierenden nicht adressiert.

Die schriftlichen Einzelarbeiten heben sich von den Partnerarbeiten ab. Hier sind generell anteilig mehr *Konzeptualisierungsniveaus* durch die Studierenden adressiert worden. Bei der Aufgabe zum MoTS Ball/Stein machen sie mit ca. 73 % den Bezug aus, der am meisten zugeschrieben wurde. Mit ca. 16 % konnten zu dieser Aufgabe auch Bezüge zu *Learning Progressions* identifiziert werden. Zusätzlich konnten zu ca. 11 % *Erfahrungsbezüge* identifiziert werden. Bei der Einzelarbeit zur Aufgabe *Luftkissenbahn* sind mit ca. 34 % ebenfalls relativ viele *Konzeptualisierungsniveaus* identifiziert worden, den größten Anteil machen hier jedoch die *Learning Progressions* mit ca. 60 % aus. Hier konnten auch 5 *Schülervorstellungen* identifiziert werden, was

auf Grund der relativ geringen Anzahl an Komponenten ca. 6 % entspricht. Bezüge auf *Erleben* oder *Interesse* konnten vom Autor dieser Arbeit in keiner der analysierten Aufzeichnungen, weder in Partner- noch in Einzelarbeit, identifiziert werden.

Aus der Auswertung der Daten lässt sich deuten, dass die Studierenden zumindest grundsätzlich in der Lage sind, sich beim Diagnostizieren auf Theorie-/Empiriebezüge zu beziehen. Bei Betrachtung der Abbildungen 52 und 53 lässt sich weiterhin deuten, dass sie sich dabei insbesondere auf die Theorie-/Empiriebezüge beziehen, die in der beforschten Veranstaltung thematisiert werden. Dass in etwa der Hälfte der identifizierten Komponenten keine Theorie-/Empiriebezüge identifizierbar sind, ist in dieser Form zu erwarten. In der Veranstaltung werden bestimmte Bezüge auf Theorie und Empirie prominent thematisiert und mit Instruktionen verknüpft. Würden sich die Studierenden nicht auf Theorie-/Empiriebezüge beim Bearbeiten der Aufgaben beziehen, wäre dies verwunderlich und ggf. ein Indikator dafür, dass die Aufgaben für die Erhebung nicht nutzbar wären. Gleichzeitig kann von den Studierenden aber auch nicht erwartet werden, dass sie sich in den Analysen ausschließlich auf Theorie und/oder empirische Befunde beziehen. Einerseits eignen sich die Studierenden während des Bearbeitens der Aufgaben die Theorie-/Empiriebezüge erst an und sollten diese noch nicht sicher beherrschen. Andererseits bilden die Vignetten auch Verhalten und Äußerungen von Schüler*innen ab, die mit den Theorie-/Empiriebezügen der Veranstaltung nicht zwingend in Verbindung gebracht werden können.

Weiterhin ist zu erwarten, dass ein Großteil der Bezüge auf Theorie und/oder empirische Befunde *Learning Progressions* sind, da diese auch in den meisten Aufgaben und Instruktionen prominent thematisiert werden. Außerdem ist die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* in allen Aufgaben gut nutzbar. Der hohe identifizierte Anteil an Theorie-/Empiriebezügen auf *Learning Progressions* in den Partnerarbeiten (vgl. Abb. 52) ist daher zu erwarten. Der hohe Anteil der Bezüge auf *Learning Progressions* zeigt außerdem, dass insbesondere die untersuchten Aufgaben Möglichkeiten gegeben haben, diesen Theorie-/Empiriebezug nutzen zu können. Dass in den Einzelarbeiten (vgl. Abb. 53) der Theorie-/Empiriebezug *Konzeptualisierungsniveaus* so oft zugewiesen wurde, ist wiederum eher verwunderlich und ein Hinweis darauf, dass sich das Auftreten von Bezügen auf Theorie und Empirie teilweise mit den Datenformaten (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen) und den Sozialformen (Einzel- und Partnerarbeit) unterscheidet. Dies wird im folgenden Absatz diskutiert.

In den Abbildungen 52 und 53 ist zu erkennen, dass insbesondere *Konzeptualisierungsniveaus* eher in den Einzelarbeiten identifiziert wurden und hier wiederum insbesondere in der Aufgabe *MoTS Ball/Stein*. Dass generell relativ wenige Bezüge auf *Konzeptualisierungsniveaus* identifiziert werden konnten, ist nicht verwunderlich, da das gesamte Setting der aufgezeichneten Sitzungen auf *Learning Progressions* ausgelegt ist und *Konzeptualisierungsniveaus* darin teilweise keine Rolle spielen. Insbesondere konnten sich die Studierenden in Sitzung 3 (Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*) darauf nicht beziehen, da die *Konzeptualisierungsniveaus* erst in späteren Sitzungen eingeführt wurden. Umso ungewöhnlicher scheint es, dass die Studierenden in den

Einzelarbeiten darauf relativ oft Bezug nehmen, insbesondere da die *Konzeptualisierungsniveaus* in den Aufgabenstellungen nicht explizit thematisiert werden. Die Aufgabe *MoTS Ball/Stein* wurde in Sitzung 11 behandelt. In den Sitzungen 6, 7, 9 und 10 wurden mindestens einzelne Aspekte von *Konzeptualisierungsniveaus* thematisiert und mit Instruktionen zum Analysieren von Vignetten verbunden (vgl. Tab. 6). Diese prominente Darstellung in den vorherigen Sitzungen könnte zumindest einen Einfluss auf den Bezug in Aufgabe *MoTS Ball/Stein* gehabt haben. Trotzdem scheint es verwunderlich, wieso sich die Studierenden in den Einzelarbeiten zu Aufgabe *MoTS Ball/Stein* nur wenig auf die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* beziehen, da die eingesetzte Vignette viel Potential bietet, um diese nutzen zu können. Ähnliches gilt auch für die Aufgabe *Luftkissenbahn*. Bei dieser Aufgabe sind eher Bezüge auf *Learning Progressions* zu erwarten, da der Dozent vor dem Bearbeiten der Aufgabe *Learning Progressions* noch einmal thematisiert und die Studierenden die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* nutzen können. Dabei ist jedoch unklar, inwiefern die Studierenden in den Einzelarbeiten zu Hause am Computer auch die *Konzeptualisierungsniveaus* aus ihren Unterlagen nutzten (vgl. folgende Abschnitte zum *Auftreten der Theorie-/Empiriebezüge*).

Weitere identifizierte Bezüge

In der Untersuchung ist von Interesse, welche weiteren Bezüge sich in den Diagnoseprozessen der Studierenden finden lassen (F2.2). Da die Inhalte der einzelnen Komponenten nur oberflächlich untersucht werden konnten (vgl. Abschnitte 5.2.1 und 5.2.2), können auch die weiteren Bezüge nur oberflächlich dargestellt werden. Im Folgenden wird für alle Studierenden dargestellt, ob diese sich auf einen Aspekt in den analysierten Situationen (*situationsgebunden*),⁴⁵ auf Aspekte, die verallgemeinert in den analysierten Daten zu finden sind (*situationsübergreifend*)⁴⁶ oder auf externe Aspekte, die auf Erlebnisse außerhalb der analysierenden Daten zurückzuführen sind (*extern*),⁴⁷ rückbeziehen. Damit werden insbesondere die Ergebnisse der ausgewerteten Nebenkategorie 1 (*Rückbezug*) thematisiert. *Rückbezüge* bedeuten an dieser Stelle, dass man aufgrund des Inhalts einer Komponente identifizieren kann, auf welchen Teil der Daten (oder auf Situationen abseits der Daten) die Studierenden Bezug nehmen.

⁴⁵ Bei *situationsgebundenen Rückbezügen* beziehen sich die Studierenden auf Aspekte, die auf die vorliegende Situation zurückzuführen sind. Beispielsweise wird auf vorliegende Daten zurückgegriffen, eine vorliegende Situation wird nacherzählt oder Deutungen/Ursachen/Konsequenzen werden aus vorliegenden Situationen abgeleitet. Z. B. ist folgende Studierendenaussage mit einem *situationsgebundenen Rückbezug*: „Die Gruppe bearbeitet gar nicht die Aufgabe [Beobachtung] und spricht über Dinge, die nicht relevant sind [Deutung].“ (vgl. Kodiermanual)

⁴⁶ Bei *situationsübergreifenden Rückbezügen* beziehen sich die Studierenden auf Aspekte, die verallgemeinernd in den vorliegenden Daten zu finden sind. Beispielsweise werden Verallgemeinerungen genannt, die aus den vorliegenden Daten abgeleitet werden oder Deutungen/Ursachen/Konsequenzen werden aus mehreren einzelnen Situationen abgeleitet. Z. B. ist folgende Studierendenaussage mit einem *situationsübergreifenden Rückbezug*: „Was sagen wir denn dann für den ganzen Unterricht? Mehr experimentieren, würde ich sagen!“ (vgl. Kodiermanual)

⁴⁷ Bei externen Rückbezügen beziehen sich die Studierenden auf Aspekte, die auf Erlebnisse außerhalb der vorliegenden Daten zurückzuführen sind. Dabei benutzen sie Beispiele oder Erkenntnisse aus anderen Lehr-/Lernsituationen, die beobachtet, von anderen erzählt oder selbst erlebt/gestaltet wurden. Z. B. ist folgende Studierendenaussage mit einem *externen Rückbezug*: „Mein Mentor hat immer so einen Grundschaltplan an der Tafel gehabt und dann sollten sich die Schüler überlegen, wie man Schalter einbaut.“ (vgl. Kodiermanual)

Rückbezüge stellen damit keine Alternative zu Theorie-/Empiriebezügen dar. In einer Komponente können sowohl ein Theorie-/Empiriebezug und gleichzeitig ein oder mehrere Rückbezüge vorhanden sein.

Rückbezüge konnten fast allen identifizierten Komponenten zugewiesen werden. Ohne Berücksichtigung der *Beobachtungen* enthalten 1174 der 1192 Komponenten in den Videoaufzeichnungen Rückbezüge, was ca. 98 % entspricht. Demnach konnten 18 Komponenten kein Rückbezug zugeordnet werden (ca. 2 %). In den schriftlichen Aufzeichnungen, die in Partnerarbeit entstanden sind, wurden 382 von 387 Komponenten ein Rückbezug zugewiesen (ca. 99 %). In den schriftlichen Aufzeichnungen der Einzelarbeiten wurden zu der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* in 248 von 263 Komponenten Rückbezüge identifiziert (ca. 94 %). Demnach konnten in 15 Komponenten keine Rückbezüge identifiziert werden (ca. 6 %). Zu der Aufgabe *Luftkissenbahn* konnten in 133 von 134 Komponenten Rückbezüge identifiziert werden (ca. 99 %).

Dass die Studierenden sich auf die Situation, auf situationsübergreifende Aspekte oder auf etwas Externes rückbeziehen, ist logisch. In den Komponenten in denen Rückbezüge fehlen, wurden lediglich keine Rückbezüge vergeben, da diese nicht eindeutig zu identifizieren waren. Insbesondere wenn Studierende in den schriftlichen Aufzeichnungen nur einzelne Wörter aufschreiben, ist nicht immer deutlich zu erkennen, auf was sich dieses Wort bezieht. Da aus einer logischen Schlussfolgerung erwartet werden kann, dass sich die Studierenden auf etwas beziehen, ist eher von Interesse, welche Art von Rückbezügen in den Komponenten identifiziert werden konnten. In den Abbildungen 54 und 55 ist dargestellt, welche Rückbezüge in den Komponenten vergeben wurden. Da *situationsgebundene* Rückbezüge die große Mehrheit in den identifizierten Komponenten ausmachen, wurde teilweise eine Skalierung der x-Achse gewählt, die bei 80 % anfängt.

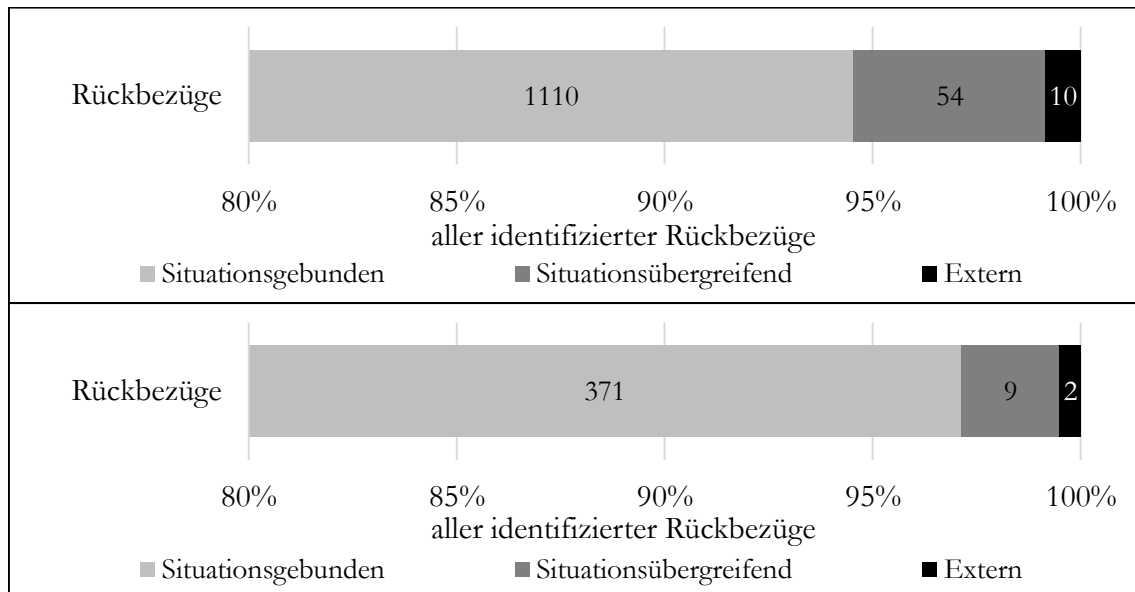


Abb. 54: Alle 1174 identifizierte Rückbezüge in den 1992 identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 382 identifizierte Rückbezüge in den 387 identifizierten Komponenten in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)

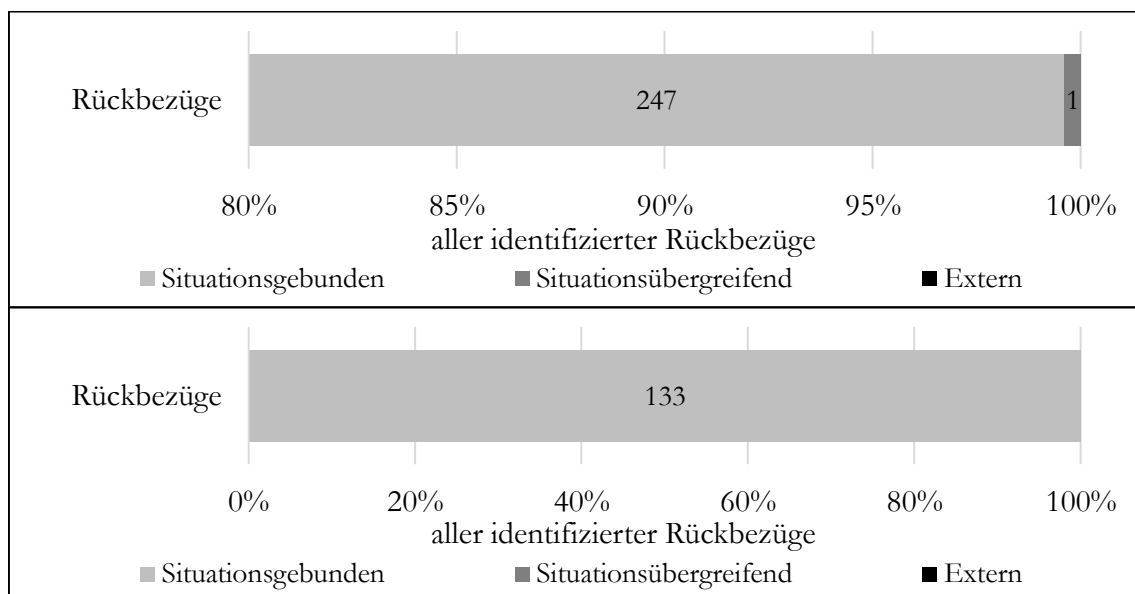


Abb. 55: Alle 248 identifizierte Rückbezüge in den 263 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein (oben) und alle 133 identifizierte Rückbezüge in den 134 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn (unten)

Aus den dargestellten Auswertungen der Daten (vgl. Abb. 54 und 55) lässt sich unabhängig der Datenformate (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen) oder Sozialformen (Einzel- und Partnerarbeit) deuten, dass die Studierenden sich beim Diagnostizieren zum größten Teil auf das beziehen, was sie direkt in den Daten vorfinden (*situationsgebunden*). Nur

selten beziehen sie sich in ihren Deutungen, Ursachen bzw. Konsequenzen auf *situationsübergreifende* Aspekte. Noch seltener beziehen sie sich auf Erfahrungen, die sie außerhalb der Daten machen konnten (*extern*). Falls doch, passiert dies fast ausschließlich im Gespräch zwischen den Partner*innen im Video. So finden sich unter den externen Rückbezügen z. B. Bezüge auf Erlebnisse, die die Studierenden selbst als Praktikant*innen oder als Schüler*innen in der Schule machen konnten.

Wird der Befund zur Diskussion gestellt, scheint es nicht zu überraschen, dass die Studierenden sich hauptsächlich auf die vorliegende Situation beziehen. Die Studierenden haben als Noviz*innen bisher kaum Unterrichtserfahrung aus Perspektive der Lehrkraft sammeln können, was *externe* Bezüge schwierig machen könnte. Gleichzeitig können *situationsübergreifende* Bezüge anspruchsvoll sein. Hierfür müssen die Studierenden Aspekte, die in mehreren Situationen in den Vignetten zu erkennen sind (*situationsübergreifend*), identifizieren. Das ist einerseits kognitiv anspruchsvoll, da ggf. mehrere Analysen miteinander in Relation gesetzt werden müssen und sich die Studierenden andererseits ggf. nur mit einzelnen Abschnitten der Vignetten auseinandersetzen und somit nicht den gesamten Überblick über die Vignette haben. Z. B. setzen sich viele Studierende nur kurz mit der Aufgabe *Schlitten* auseinander, weshalb man bei der Bearbeitung der Aufgabe eher keine *situationsübergreifenden* Rückbezüge erwarten würde. Die Vignetten ermöglichen jedoch situationsübergreifende Bezüge in allen bearbeiteten Aufgaben. Zusätzlich sind die Daten der Schüler*innen zumindest bis zu einem gewissen Grad ähnlich, insbesondere die Aufgabe *Ball/Stein* in Sitzung 3 und die Aufgabe *MoTS Ball/Stein* in Sitzung 11 sind inhaltlich quasi identisch. Generell lässt sich erwarten, dass die Studierenden mehr auf einzelne Situationen Bezug nehmen, anstatt situationsübergreifende Aspekte anzuführen oder auf externe Ereignisse zu verweisen. Die Anzahl der situationsübergreifenden und externen Bezüge wird trotzdem als geringer als erwartet eingeschätzt, da die Vignetten mindestens *situationsübergreifende* Rückbezüge ermöglichen und diese z. B. für Konsequenzen teilweise sogar nötig sind.

Auftreten der Theorie- und Empiriebezüge

In den vorherigen Abschnitten konnte gezeigt werden, dass sich die untersuchten Studierenden beim Diagnostizieren auf verschiedene Theorien und empirische Befunde beziehen. Um Forschungsfrage 2.3 zu den Umständen des Auftretens der Theorie-/Empiriebezüge in den Diagnoseprozessen der Studierenden genauer nachzugehen, wird im Folgenden dargestellt, unter welchen Umständen bestimmte Bezüge auf Theorie und Empirie auftreten. Dazu werden die Summen der identifizierten Theorie-/Empiriebezüge der einzelnen Aufgaben geordnet dargestellt und anschließend in deren Kontext diskutiert. Abbildung 56 zeigt alle identifizierten Theorie-/Empiriebezüge aller Studierenden zu allen Aufgaben in den Partnerarbeiten. In Abbildung 57 ist das gleiche für die Einzelarbeiten zu sehen.

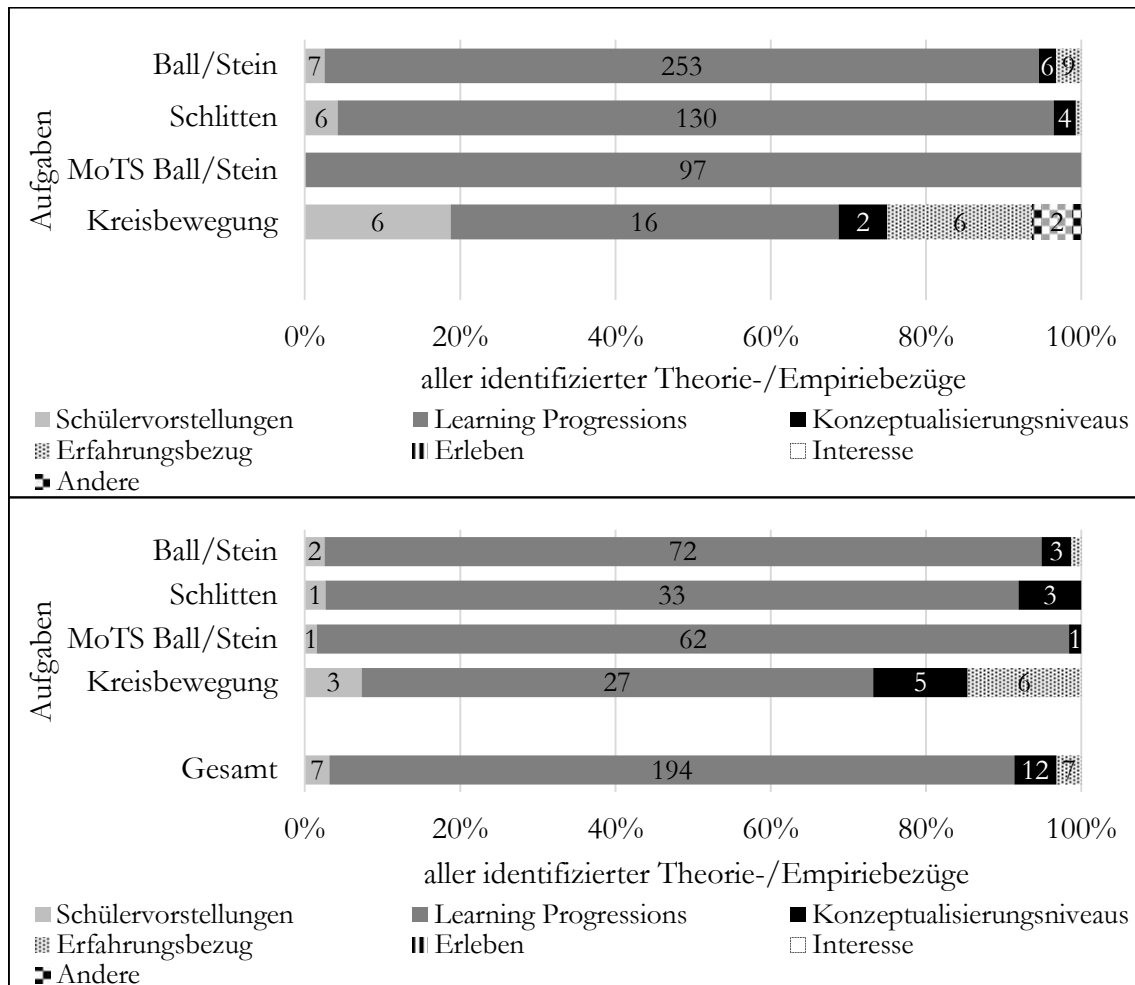


Abb. 56: Alle 545 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 542 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezug pro Aufgabe in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 220 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 192 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezug pro Aufgabe in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)

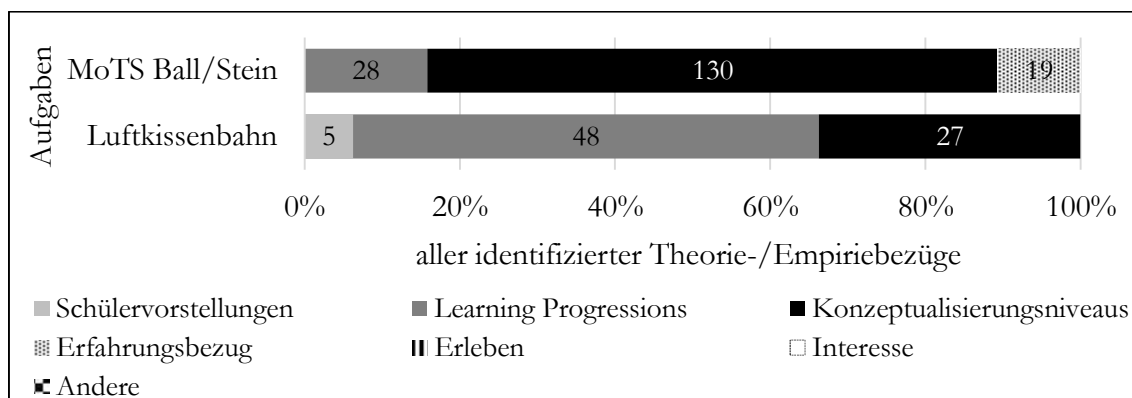


Abb. 57: Alle 177 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 155 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein und alle 80 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 73 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn

Schon in den vorherigen Abschnitten wurde darauf eingegangen, dass in Summe ca. 50 % der identifizierten Komponenten keinen Bezug auf Theorie oder Empirie aufweisen. Außerdem stellen *Learning Progressions* den am meisten identifizierten Theorie-/Empiriebezug dar. Je nach Aufgabe variieren die prozentualen Anteile der verschiedenen Theorie-/Empiriebezüge in den identifizierten Komponenten jedoch und auch der relative Anteil der Komponenten, die keinen Theoriebezug aufweisen, ist in den einzelnen Aufgaben verschieden. Im Folgenden wird das Auftreten der Theorie-/Empiriebezüge in Verbindung mit den Aufgaben diskutiert.

Im Arbeitsauftrag zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* wurden die Studierenden explizit darauf hingewiesen, die Ebenen der *Learning Progression* zu nutzen. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass, wenn ein Bezug zur Theorie oder Empirie hergestellt wird, dieser in der Regel die *Learning Progression* betrifft. Gleichzeitig kann man zu den beiden Aufgaben auch keine anderen Theorie-/Empiriebezüge erwarten, da die Studierenden in Sitzung 3 die anderen Theorie-/Empiriebezüge noch nicht umfassend kennengelernt haben. Über 50% der identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen zu den beiden Aufgaben beinhalteten keinen Theorie-/Empiriebezug. Auch das ist zu erwarten, da die Studierenden einerseits zum ersten Mal ein Video mit Hilfe der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* analysieren und die Vignetten andererseits auch Diskussionsanlässe für Aspekte in den Daten der Schüler*innen bieten, die nicht mit der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* analysiert werden können.

In den Videoaufzeichnungen zum MoTS *Ball/Stein* konnten ausschließlich *Learning Progressions* als Theorie-/Empiriebezug identifizierte werden – in 97 von 110 Komponenten. Der Bezug auf die *Learning Progression* wurde in der Aufgabenstellung konkret gefordert. Außerdem wurden *Learning Progressions* in vorhergehenden Arbeitsaufträgen intensiv thematisiert.

So gab es einen Einschub zum Modell der Erde (vgl. Aufgabenbeschreibung in 5.1.2), welches u. a. erneut dazu diente, *Learning Progressions* zu diskutieren. Bei der konkreten Aufgabenstellung wurde auf den Zusammenhang von *Kraft und Bewegung* fokussiert und die Studierenden hatten in der Analyse die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* zu Verfügung. Außerdem gab es vorher mehrere Arbeitsaufträge, in denen die Studierenden das Transkript in Einzelarbeit analysieren konnten – der Inhalt war also bereits größtenteils bekannt. Dass die Studierenden die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* nutzten war unter diesen Umständen zu erwarten. Dies wird noch einmal im Vergleich mit den vorhergegangenen Aufgaben in Einzelarbeit zum MoTS *Transkript Ball/Stein* deutlich. Dabei hatten die Studierenden eine relativ offene Aufgabenstellung. Die Studierenden nutzten *Learning Progressions* wesentlich weniger, auch bei der kritischen Überprüfung der Analysen durch die Studierenden (2. Bearbeitungsphase). Vielmehr fokussierten die Studierenden hier hauptsächlich auf die *Konzeptualisierungsniveaus* und weniger auf *Learning Progressions*. Wie bereits weiter vorne erwähnt, könnte dies daran liegen, dass sich die Studierenden in den vorherigen Sitzungen relativ intensiv mit *Konzeptualisierungsniveaus* auseinandersetzten. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die Studierenden das Transkript in den Einzelarbeitsphasen noch nicht so gut kannten wie in Partnerarbeiten.

In den Videoaufzeichnungen zur Aufgabe *Kreisbewegung* konnten anteilig die wenigsten Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden. *Learning Progressions* sind jedoch auch hier der am meisten identifizierte Theorie-/Empiriebezug. Die Aufgabe *Kreisbewegung* bot den Studierenden die Möglichkeit, alles bisher im Seminar Gelernte anzuwenden, die Aufgabenstellung enthielt nicht explizit Hinweise auf *Learning Progressions* oder andere Theorie-/Empiriebezüge. Das spiegelt sich auch in den dazugehörigen schriftlichen Aufzeichnungen wider.

Zur schriftlichen Einzelarbeit *Luftkissenbahn* konnten in ca. 60 % der Komponenten Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden.⁴⁸ In diesen 80 identifizierten Theorie-/Empiriebezügen sind 48 als *Learning Progressions* identifiziert worden (ca. 60 %) und 27 der identifizierten Theorie-/Empiriebezüge sind Konzeptualisierungsniveaus (ca. 34 %). Vor dem Bearbeiten der Aufgabe wurden *Learning Progressions* als ein Theorie-/Empiriebezug thematisiert. Außerdem hatten die Studierenden die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* zu Verfügung. Dies könnte dazu geführt haben, dass *Learning Progressions* von den Theorie-/Empiriebezügen am meisten von den Studierenden genutzt wurden. Gleichzeitig zeigt sich jedoch auch, dass Konzeptualisierungsniveaus durch die Studierenden adressiert wurden, obwohl diese vorher nicht explizit Gegenstand waren. Es wurden kaum andere Bezüge zu Theorie/Empirie von den Studierenden adressiert.

⁴⁸ Um die beiden Einzelarbeiten besser in Relation setzen zu können, wurden die Beobachtungen an dieser Stelle nicht mitgezählt. Dabei handelt es sich um 107 Beobachtungen, in denen jedoch kein Theorie-/Empiriebezug identifiziert werden konnte. Würden die Beobachtungen mitgezählt werden, wären die prozentualen Angaben wesentlich geringer, könnten aber nicht gut in Relation zur Einzelarbeit *modifiziertes Transkript Ball/Stein* gesetzt werden.

Beim Vergleich der Aufgaben wird deutlich, dass Learning Progressions einen relativ großen Anteil der identifizierten Bezüge auf Theorie und Empirie ausmachen. Dies könnte zumindest in Teilen auf die explizite Thematisierung in den Aufgabenstellungen zurückzuführen sein. So sind z. B. bei der Aufgabe zum *modifizierten Transkript Ball/Stein* anteilig die meisten Bezüge zu Learning Progressions zu finden. Diese Aufgabe bietet die meisten Hinweise auf Learning Progressions. Gleichzeitig zeigt sich jedoch auch, dass beim Fehlen einer solch prominenten Herausstellung dieses Theorie-/Empiriebezugs dieser auch weniger adressiert wird, wie in Aufgabe *Kreisbewegung* zu sehen ist. Betrachtet man insbesondere die Theorie-/Empiriebezüge in den Aufgaben *MoTS Ball/Stein* und *Kreisbewegung* wird deutlich, dass explizite Hinweise auf eine Learning Progression nötig sind, damit diese von den Studierenden genutzt wird. Dies könnte auch für andere Theorie-/Empiriebezüge gelten. Gleichzeitig stellt die Learning Progression auch in der Aufgabe *Kreisbewegung* den am meisten identifizierten Theorie-/Empiriebezug dar, was darauf hinweist, dass das gesamte beforschte Seminar mit der prominenten Herausstellung von Learning Progressions dazu führen kann, dass Studierende später auch eher auf Learning Progressions zurückgreifen. Diese Schlussfolgerung sollte jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da in der Studie nicht mit einem Interventionsdesign gearbeitet wurde und diesbezüglich auch die Variablenkontrolle nicht gewährleistet ist. Vielmehr können die Ergebnisse als ein Hinweis darauf verstanden werden, dass konkrete Instruktionen, die Theorie-/Empiriebezüge adressieren, in diesem Fall Learning Progressions, dazu führen können, dass ebendiese Theorie-/Empiriebezüge auch von Studierenden beim Diagnostizieren adressiert werden.

Unterschiede im Auftreten der Theorie-/Empiriebezüge zu verschiedenen Zeitpunkten

Im vorherigen Abschnitt ist bereits ersichtlich, dass das Auftreten von Theorie-/Empiriebezügen durch die Studierenden schwankt. Forschungsfrage 2.4, wie sich die Nutzung der Theorie-/Empiriebezüge im Laufe der Zeit ändert, wird im Folgenden diskutiert. Das Auftreten der Theorie-/Empiriebezüge in den einzelnen Aufgaben für die Studierenden wurde bereits in den Abbildungen 56 und 57 gezeigt. Aus diesen Ergebnissen ist eine Veränderung nur schwer abzuleiten. Außer dass die Nutzungen schwanken, können hier keine weiteren Interpretationen aus den Daten geschlussfolgert werden. Die Aufgaben, insbesondere die einzelnen Aufgabenstellungen und die äußeren Umstände, sind zu unterschiedlich, um konkrete Aussagen über Veränderungen machen zu können. Außerdem wurde nicht mit einem Interventionsdesign gearbeitet, was einen Vergleich erschwert.

Warum ein solcher Vergleich schwer ist, soll an folgendem Beispiel gezeigt werden. So könnte man z. B. die beiden Einzelarbeiten in Relation zueinander setzen. Eine daraus abgeleitete Veränderung des Auftretens der Theorie-/Empiriebezüge wäre, dass die Studierenden in der ersten Einzelarbeit zu dem *MoTS Ball/Stein* eher *Konzeptualisierungsniveaus* und weniger Learning Progressions adressieren und über ein Jahr später in der Aufgabe *Luftkissenbahn* mehr

Learning Progressions anstatt *Konzeptualisierungsniveaus* adressieren. Ein solcher Vergleich inklusive Interpretation bietet sich auf den ersten Blick zwar an, sollte aber nicht gemacht werden. Zum einen sind die Zahlen der teilnehmenden Studierenden zum späteren Erhebungszeitpunkt (*Luftkissenbahn*) deutlich geringer als zum vorherigen Erhebungszeitpunkt (*MoTS Transkript Ball/Stein*). Zusätzlich sind die Bedingungen, unter denen die Daten erhoben wurden, gänzlich anders (Präsenzveranstaltung vs. Einzelarbeit zu Hause) und auch die Aufgabenstellungen unterscheiden sich zu stark voneinander. Wie bereits mehrfach erwähnt, bräuchte es ein Interventionsdesign, um genauere Vergleiche machen zu können und darauf basierend auf Entwicklungen schließen zu können. Für die Studie wird deshalb geschlossen, dass es durchaus eine Veränderung im Laufe der Zeit geben könnte, das Studiendesign und die Datenlage aber keine aussagekräftigen Schlussfolgerungen zulassen. Forschungsfrage 2.4 bleibt damit sofern größtenteils unbeantwortet, da nur gesagt werden kann, dass das Auftreten verschiedener Theorie-/Empiriebezüge zu den unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten zu schwanken scheint. Dies könnte unterschiedliche Ursachen haben, wie beispielsweise verschiedene Instruktionen, Aufgabenstellungen oder der Erfahrungsgewinn im Umgang mit den Theorie-/Empiriebezügen.

Für zukünftige Untersuchungen, die einer ähnlichen Fragestellung nachgehen, könnte eine Interventionsstudie konzipiert werden, in der insbesondere kontrollierter den Effekten von Instruktionen und den Effekten von Hinweisen auf Theorie-/Empiriebezüge auf die von den Studierenden geäußerten Theorie-/Empiriebezügen nachgegangen wird. Hierzu müssten die Erhebungsformate zu den verschiedenen Zeitpunkten identisch sein und die Studienteilnehmer*innen müssten insbesondere konstanter an den Erhebungszeitpunkten teilnehmen. Die Aufgaben, bzw. die Daten der Schüler*innen, könnten mehr Gemeinsamkeiten aufweisen, um vergleichbarer zu sein. Ggf. könnte man aber auch die Vignetten der hier präsentierten Studie nehmen und (sofern möglich) nur leicht abändern, da diese bereits viele Gemeinsamkeiten aufweisen.

5.4 Nutzung von Learning Progressions

Ein möglicher Theorie-/Empiriebezug im Diagnoseprozess wird durch *Learning Progressions* abgebildet, die ein wichtiges Werkzeug zum Diagnostizieren darstellen (vgl. Kap. 2.3.1). Sie unterstützen dabei, Verständnisse von Schüler*innen differenzierter betrachten zu können – in Untersuchungen zeigte sich bisher jedoch auch, dass Studierende (und Lehrkräfte) eine Dichotomisierung von Verständnissen auch mit einer *Learning Progression* nicht überwinden können (u. a. Furtak, 2012; vgl. Kap. 2.7.3). Gleichzeitig ist denkbar, dass Studierende verschiedene Arten entwickeln, um mit einer *Learning Progression* beim Diagnostizieren umzugehen, bzw. diese ggf. aktiv zu nutzen. Aus diesen Überlegungen ergeben sich folgende Forschungsfragen.

- F3.1** Inwiefern nutzen Studierende Learning Progressions, um die Vorstellungen/das Verständnis von Schüler*innen (insbesondere differenzierter) zu diagnostizieren?
- F3.2** Unter welchen Umständen nutzen Studierende Learning Progressions, um die Vorstellungen/das Verständnis von Schüler*innen zu durchdringen?
- F3.3** Inwiefern ändert sich die Nutzung von Learning Progressions im Diagnoseprozess der Studierenden im Laufe der Zeit?

Zur Beantwortung der Fragen werden die identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions*, welche bereits im vorherigen Kapitel Gegenstand waren, mit verschiedenen Nutzungsarten und der Differenziertheit der Nutzung in Verbindung gebracht. In der Studie wurden die Daten der Studierenden verschieden analysiert, um genauer untersuchen zu können, inwiefern sie *Learning Progressions* beim Diagnostizieren nutzen.⁴⁹ Es konnten verschiedene Nutzungsarten durch die Sub-Codes des Codes *Learning Progressions* in Hauptkategorie 5 des Kategoriensystems identifiziert werden. Da u. a. auch von Interesse war, ob *Learning Progressions* genutzt werden, um Schülerverständnis differenzierter zu diagnostizieren, wurden diese Sub-Codes insbesondere durch die Nebenkategorie 2 *Differenziertheit* noch einmal genauer analysiert (vgl. Kodiermanual bzw. 4.3.1). Neben der Auswertung mit Hilfe des Kategoriensystems wurde mit einer qualitativen Analyse genauer untersucht, wie die Studierenden u. a. zu ihren Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen gelangen, auf welche Teile der *Learning Progression* die Studierenden fokussieren und welche Nutzung eher unangemessen ist (vgl. Kap. 4.3.2). Im Folgenden werden die Ergebnisse der ausgewerteten Sub-Codes mit Bezug auf die beiden Forschungsfragen 3.1 und 3.2 dargestellt. Danach werden die Ergebnisse der qualitativen Analyse mit Bezug auf Forschungsfrage 3.1 dargestellt.

5.4.1 Nutzungsarten der Studierenden: Ergebnisse zu den Sub-Codes

In der Anwendung des Kategoriensystems wurden Sub-Codes gebildet, die das Auftreten von *Learning Progressions* in den Komponenten genauer ausdifferenzieren. Diese sind *Nennung*, *Zuweisung Ebene*, *Verteilte Ebene* und *Bezug denkbar*. Diese Sub-Codes unterscheiden sich insbesondere darin, dass die ersten drei Sub-Codes *explizite* Bezüge durch die Studierenden auf eine *Learning Progression* darstellen und der Sub-Code *Bezug denkbar* ein *impliziter* Bezug ist, bei dem die Studierenden Themen der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* thematisieren, die

⁴⁹ An dieser Stelle wird kritisch angemerkt, dass in der Untersuchung nicht immer davon ausgegangen werden kann, dass die Studierenden die *Learning Progression* aktiv *nutzen*, was den Begriff der *Nutzung* kritisch erscheinen lässt. So kann es beispielsweise sein, dass Studierende auch intuitiv Aspekte einer *Learning Progression* ansprechen oder insbesondere in Diskussionen auf Aussagen von Gruppenpartner*innen antworten, die die *Learning Progression* aktiv nutzen, und dann selbst Aspekte davon ansprechen, ohne bewusst auf die *Learning Progression* zurückzugreifen. Dies gilt vor allem für den Sub-Code *Bezug denkbar*, bei dem sogar möglich ist, dass die Studierenden sich überhaupt nicht auf die *Learning Progression* beziehen und nur der Autor davon ausgeht (vgl. Kategoriensystem). Trotzdem wird im Folgenden das Wort *Nutzung* verwendet, da die Studierenden auch explizit die *Learning Progression* nutzen und dabei verschiedene Arten identifiziert werden konnten. Dabei muss es sich bei der *Nutzung* aber nicht immer um einen willentlichen Prozess handeln.

Learning Progression oder Teile davon aber nicht explizit nennen. Da die Sub-Codes im Folgenden prominent für die Ergebnisdarstellung benötigt werden, werden in Tabelle 27 noch einmal die Beschreibungen dazu aus dem Kodiermanual aufgelistet.

Tab. 27: Beschreibung der Sub-Codes des Codes *Learning Progressions* (Auszug aus dem Kodiermanual)

Sub-Code	Beschreibung
Nennung	Beiträge, in denen Learning Progressions benannt werden, aber keine Einordnung des Schülerverständnisses stattfindet.
Zuweisung Ebene	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen einer bestimmten Ebene der Learning Progression zugewiesen werden.
Verteilte Ebene	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen mehrere Ebenen der Learning Progression zugewiesen werden.
Bezug denkbar	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen nicht explizit mit einer Learning Progression in Verbindung gebracht werden, die Nutzung aber denkbar ist, da ein darin enthaltener Aspekt Teil des Beitrags ist.

Im Folgenden werden die so identifizierten Nutzungsarten pro Person pro Aufgabe dargestellt und anschließend diskutiert. Die Darstellungen erfolgen in den Abbildungen in Diagrammen ähnlich denen aus Kapitel 5.1. Dazu sind in den Abbildungen 58-63 alle Studierenden auf der x-Achse abgebildet, die Balken geben die jeweilige Anzahl der in den Komponenten identifizierten Nutzungsarten auf der y-Achse an. Studierende, die in einer Gruppe gearbeitet haben, sind nebeneinander aufgetragen und durch eine gestrichelte Linie abgegrenzt.

Nutzungsarten – Aufgaben Ball/Stein und Schlitten

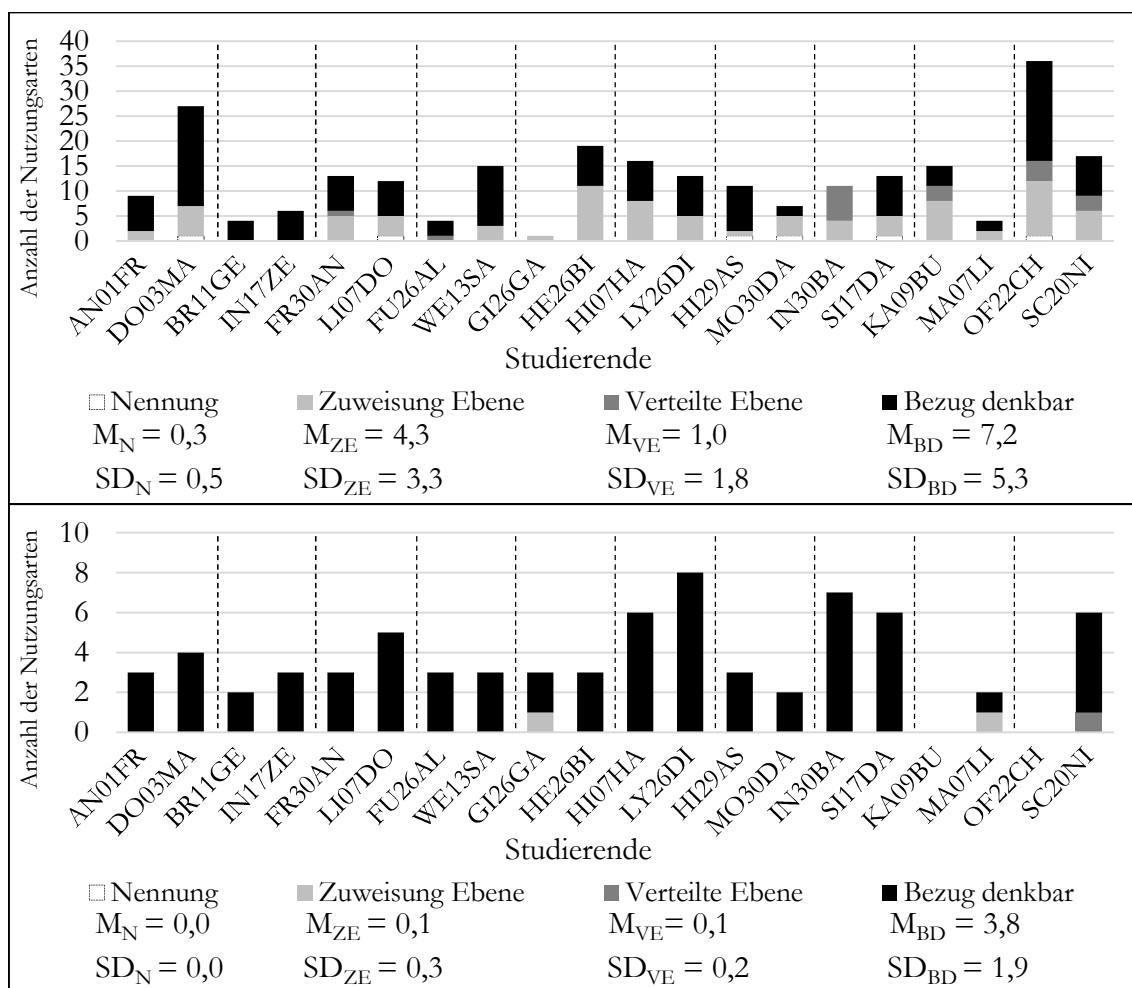


Abb. 58: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 253 Bezüge auf Learning Progressions) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 72 Bezüge auf Learning Progressions) von $N = 20$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

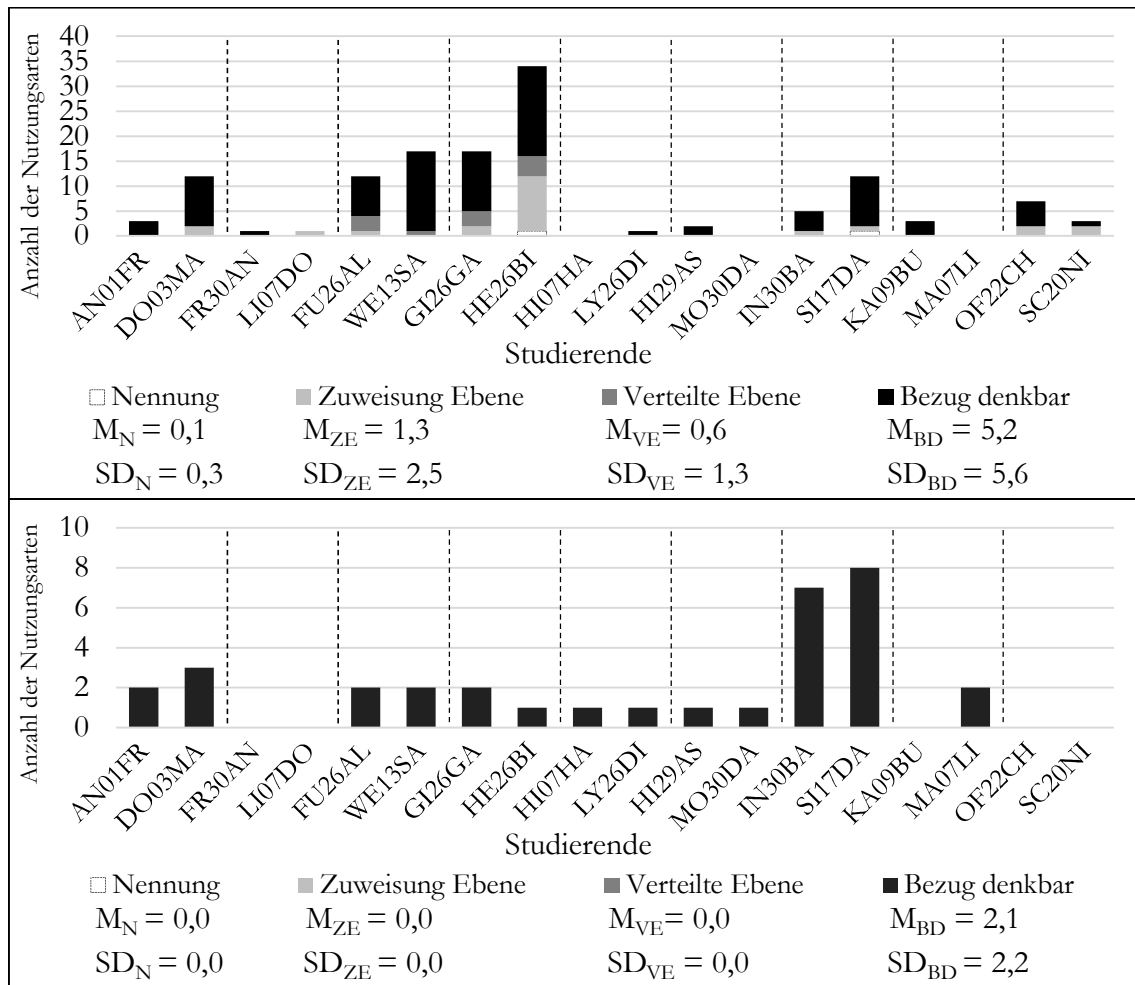


Abb. 59: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 130 Bezüge auf Learning Progressions) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 33 Bezüge auf Learning Progressions) von $N = 18$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

Sowohl in der Aufgabe *Ball/Stein* als auch in der Aufgabe *Schlitten* ist in den Videoaufzeichnungen und den schriftlichen Aufzeichnungen *Bezug denkbar* die am meisten identifizierte Nutzungsart. Auffällig ist in den Videoaufzeichnungen HE26BI nicht nur durch die meisten identifizierten Bezüge zu *Learning Progressions*, sondern insbesondere auch wegen der relativ hohen Zahl expliziter Nutzungen (*Zuweisung Ebene*, *verteilte Ebene*) zu beiden Diagnoseanlässen. In den schriftlichen Aufzeichnungen ist in beiden Aufgaben besonders auffällig, dass fast alle identifizierten Bezüge aller Studierenden zu *Learning Progressions* implizite Bezüge sind (*Bezug denkbar*). Drei der 72 Bezüge (ca. 4 %) sind explizit. In den schriftlichen Aufzeichnungen zu der Aufgabe *Schlitten* konnten keine expliziten Bezüge identifiziert werden.

Nutzungsarten – Aufgabe MoTS Ball/Stein

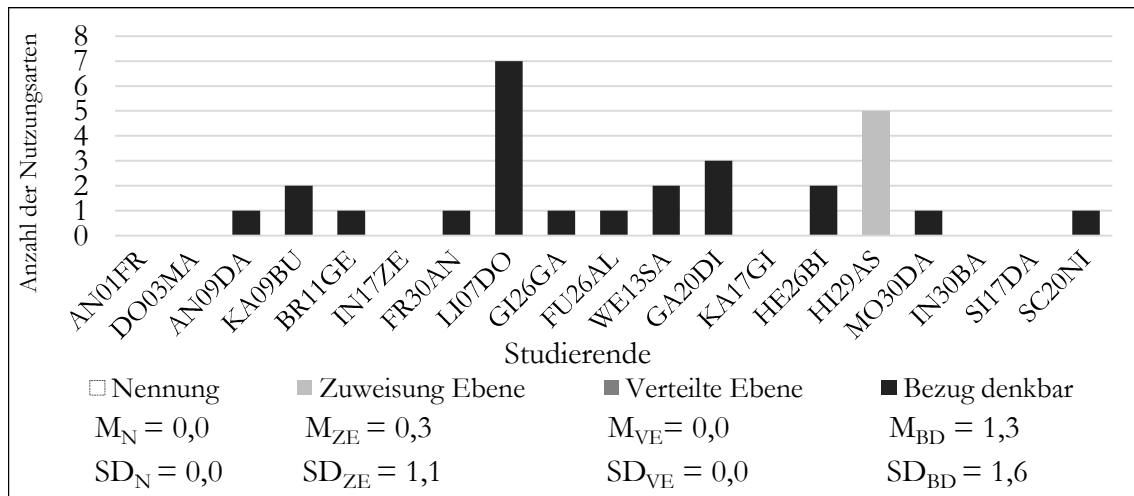


Abb. 60: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression in den schriftlichen Einzelarbeiten (insgesamt 28 Bezüge auf Learning Progressions) von $N = 19$ Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

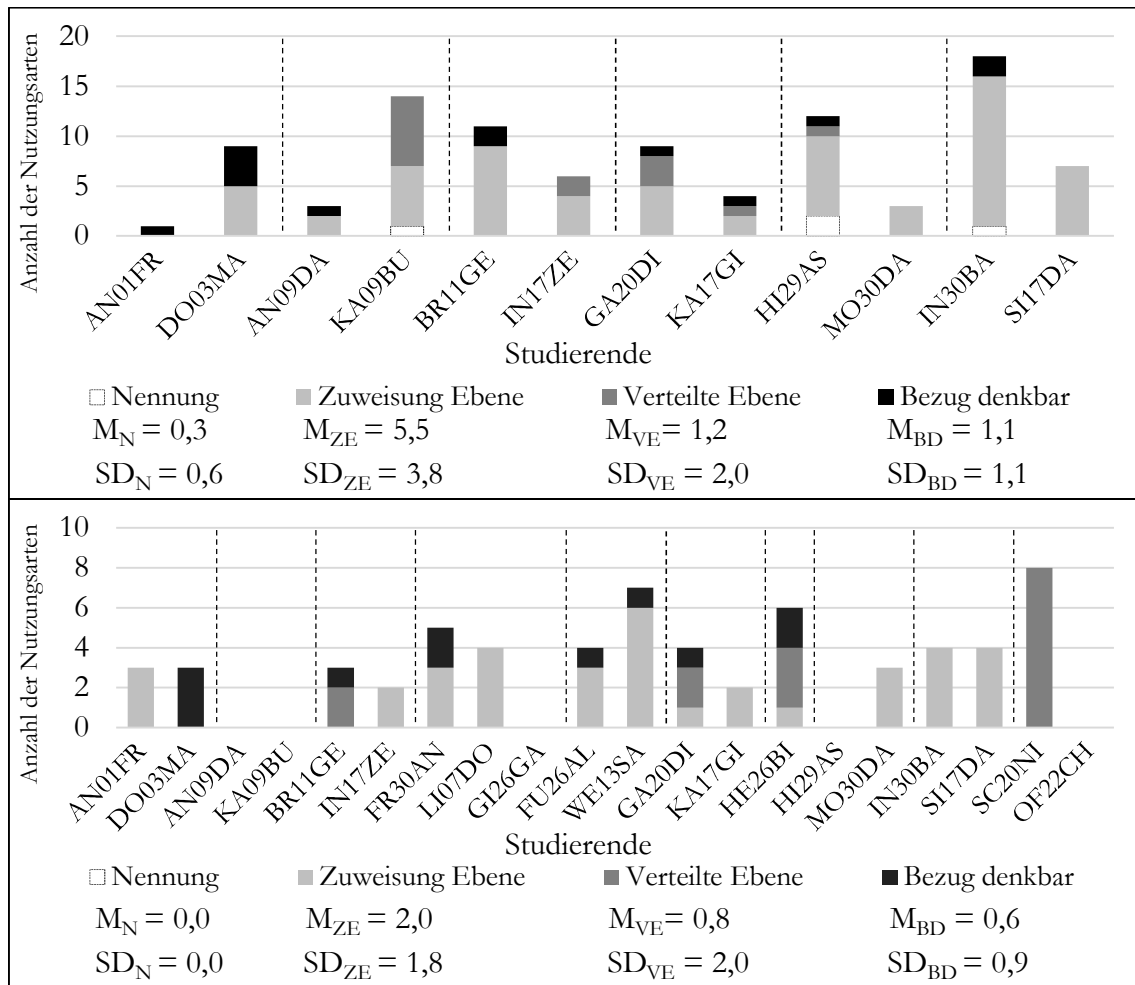


Abb. 61: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 97 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 12 Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 62 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

In den schriftlichen Einzelarbeiten zum *modifizierten Transkript Ball/Stein* konnten bei sechs Studierenden keine Bezüge zu *Learning Progressions* identifiziert werden (AN01FR, DO03MA, IN17ZE, KA17GI, IN30BA, SI17DA). Gleichzeitig konnte bei sieben Studierende jeweils ein Bezug identifiziert werden (AN09DA, BR11GE, FR30AN, GI26GA, FU26AL, MO30DA, SC20DI). HI29AS bezieht sich als einzige Person explizit auf die *Learning Progression* (*Zuweisung Ebene*). Die anderen zwölf Studierenden, die einen identifizierten Bezug haben, beziehen sich implizit auf die *Learning Progression* (*Bezug denkbar*). Dies ist in den Partnerarbeiten anders. In der Regel sind die identifizierten Bezüge hier in den Videoaufzeichnungen sowie in den schriftlichen Aufzeichnungen hauptsächlich expliziter Natur. Die Studierenden unterscheiden sich dabei. So gibt es z. B. zu den Videoaufzeichnungen eine Person, für die alle Nutzungsarten identifiziert werden konnten (HI29AS), es gibt aber auch Studierende,

die nur eine Art nutzen (MO30DA, SI17DA). Abgesehen von AN01FR ist für alle Studierende in den Videoaufzeichnungen die *Zuweisung einer Ebene* identifiziert worden. In den schriftlichen Aufzeichnungen nutzen die Studierenden die *Learning Progression* teilweise anders als in den zugehörigen Videoaufzeichnungen. Dies sieht man z. B. an BR11GE, die die *Learning Progression* als mit der Nutzungsart *verteilte Ebene* nutzt, in den Videoaufzeichnungen diese Nutzungsart allerdings nicht identifiziert werden konnte. Trotzdem überwiegen in Summe auch in den schriftlichen Aufzeichnungen die *Zuweisungen von Ebenen*.

Nutzungsarten – Aufgaben Kreisbewegung

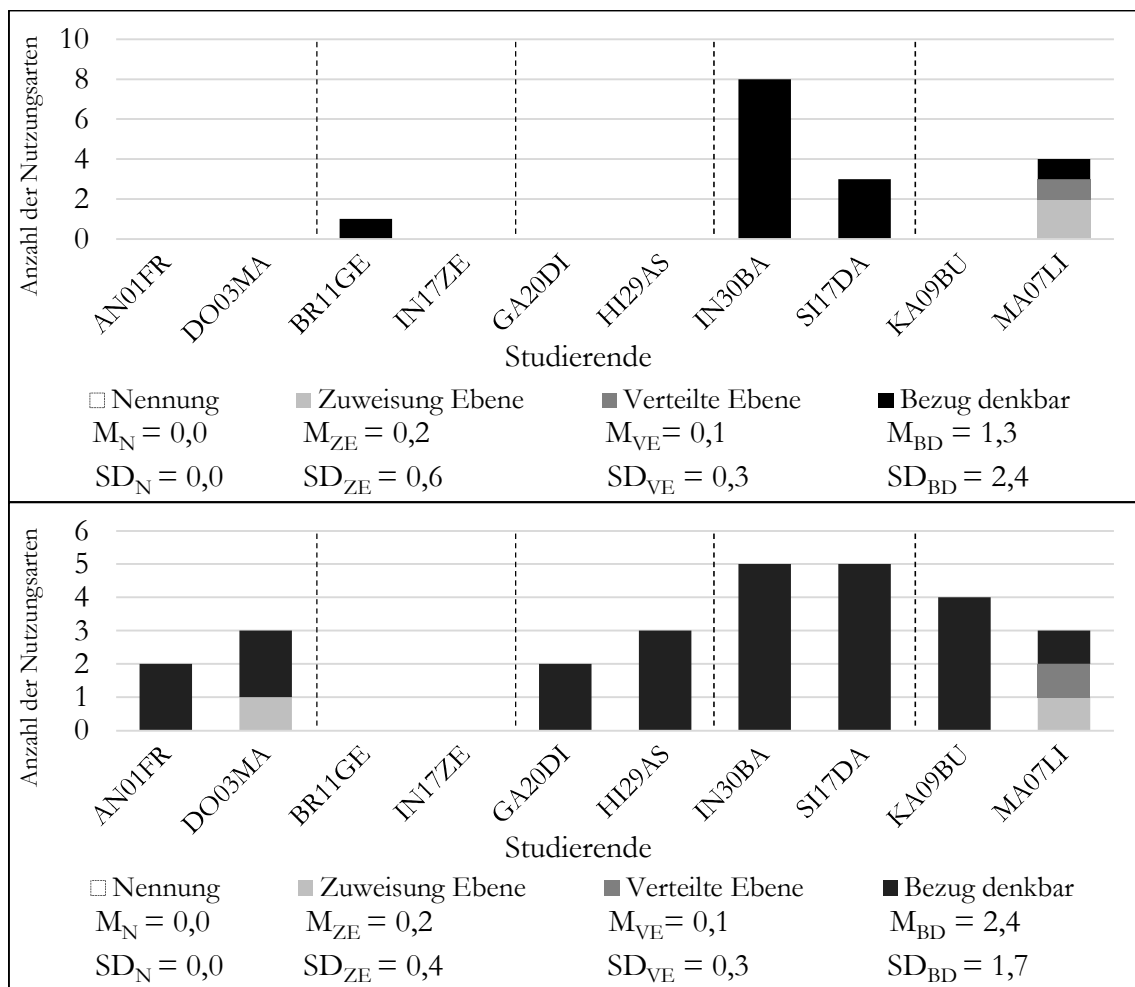


Abb. 62: Identifizierte Nutzungsarten der *Learning Progression* zu der Aufgabe *Kreisbewegung* in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 16 Bezüge auf *Learning Progressions*) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 27 Bezüge auf *Learning Progressions*) von $N = 10$ Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

In den Videoaufzeichnungen der Aufgabe *Kreisbewegung* wurden im Vergleich zu den anderen Aufgaben relativ wenige Bezüge zu *Learning Progressions* identifiziert, was sich insbesondere

darin manifestiert, dass bei sechs von zehn Studierenden keine Nutzung von *Learning Progressions* identifiziert werden konnten. Bei den restlichen vier Studierenden handelt es sich mit Ausnahme von MA07LI ausschließlich um implizite Bezüge (*Bezug denkbar*). In den schriftlichen Aufzeichnungen machen die Studierenden ebenfalls hauptsächlich implizite Bezüge, lediglich MA07LI und DO03MA machen explizite Bezüge. Die Studierenden BR11GE und IN17ZE, die auch eine Gruppe bilden, sind die einzigen Studierenden, die in den schriftlichen Aufzeichnungen keine *Learning Progressions* adressieren.

Nutzungsarten – Aufgaben Luftkissenbahn

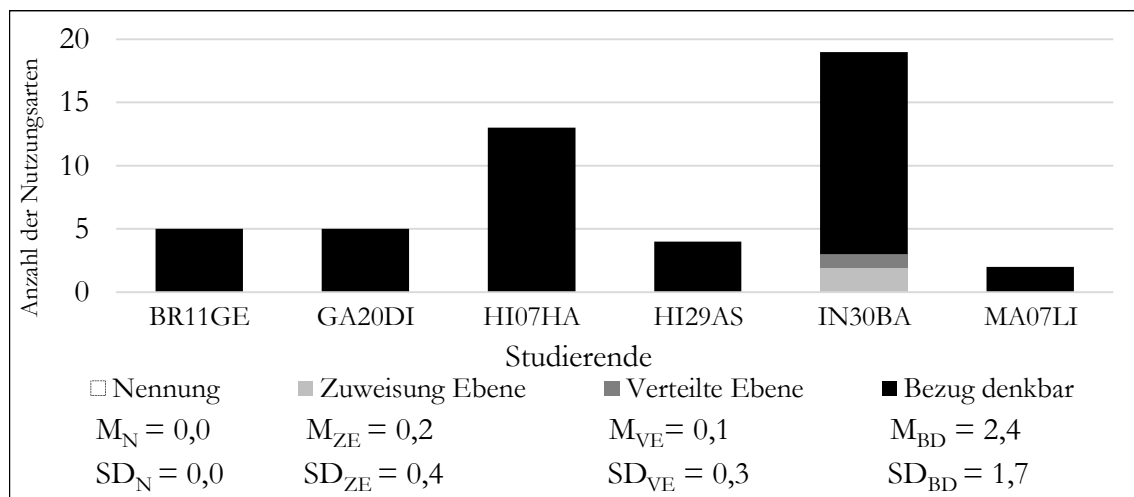


Abb. 63: Identifizierte Nutzungsarten der *Learning Progression* in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 48 Bezüge auf *Learning Progressions*) von $N = 6$ Studierenden zu der Aufgabe *Luftkissenbahn* mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart

In dieser Aufgabe *Luftkissenbahn* sind die Studierenden HI07HA und IN30BA auffällig, da diese jeweils mehr als doppelt so viele identifizierte Bezüge auf die *Learning Progression* haben als jeweils die anderen Studierenden. IN30BA hebt sich außerdem von den anderen Studierenden ab, da er die einzige Person ist, die *Learning Progressions* explizit nutzt (zweimal *Zuweisung Ebene*, einmal *verteilte Ebene*).

Nutzungsarten – Vergleich der Nutzungsarten zu den verschiedenen Aufgaben

Beim Auswerten der einzelnen Studierenden in den verschiedenen Aufgaben zeigt sich, dass jede Person mindestens einmal *Learning Progressions* mindestens implizit adressiert. Es gibt jedoch auch vereinzelt Studierende, die in bestimmten Aufgaben keine *Learning Progressions* adressieren, obwohl dies möglich wäre. Dies zeigt sich z. B. in der Aufgabe *Kreisbewegung*.

Die Abbildungen 64-66 zeigen alle identifizierten Nutzungsarten der *Learning Progressions* aller Studierenden für die verschiedenen Aufgaben zusammengefasst. In den Balken sind die absoluten Zahlen abgebildet, sofern gut darstellbar. Die prozentualen Anteile beziehen sich auf

alle identifizierten *Learning Progressions*-Bezüge in den identifizierten Komponenten in den jeweiligen Aufgaben. Diese prozentualen Anteile der Nutzungsarten pro Aufgabe sind auch noch einmal in Tabelle 28 aufgelistet. Darin zeigt sich, dass in den Videoaufzeichnungen hauptsächlich implizite Bezüge identifiziert werden konnten (ca. 53 %). Wenn die Studierenden *Learning Progressions* explizit nutzen, geschieht dies öfter mit der *Zuweisung einer Ebene* (ca. 35 %) als mit *verteilten Ebenen* (ca. 9%). Bezüge, in denen die Studierenden die *Learning Progression* explizit benennen, aber nicht das Verständnis der Schüler*innen darin verorten, kommen kaum vor (ca. 2 %). Die Ergebnisse für die schriftlichen Aufzeichnungen werden in Partner- und Einzelarbeit unterschieden. Die identifizierten Bezüge zu *Learning Progressions* sind in den schriftlichen Aufzeichnungen insbesondere *impliziter* Natur. In den Partnerarbeiten handelt es sich bei ca. 71 % um implizite Bezüge, in ca. 21 % der Bezüge wird das Verständnis in *einer Ebene* verortet und in ca. 9 % *verteilen* die Studierenden das Verständnis der Schüler*innen über mehrere Ebenen. In den schriftlichen Aufzeichnungen, die in Partnerarbeit entstanden sind, wurden ca. 87 % der Bezüge als *impliziter* Bezug identifiziert. In ca. 12 % der Bezüge weisen die Studierenden *eine Ebene* zu und in ca. 1 % *verteilen* sie das Verständnis der Schüler*innen über mehrere Ebenen. Explizite Verweise auf *Learning Progressions* ohne Verortung von Schülerverständnis (*Nennung*) konnten in den schriftlichen Aufzeichnungen nicht identifiziert werden.

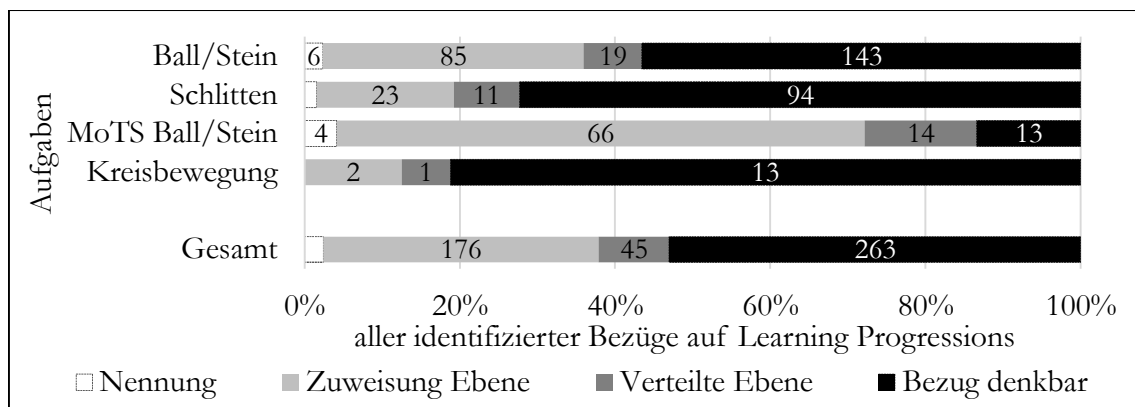


Abb. 64: Alle 496 identifizierte Nutzungsarten der *Learning Progression* aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung

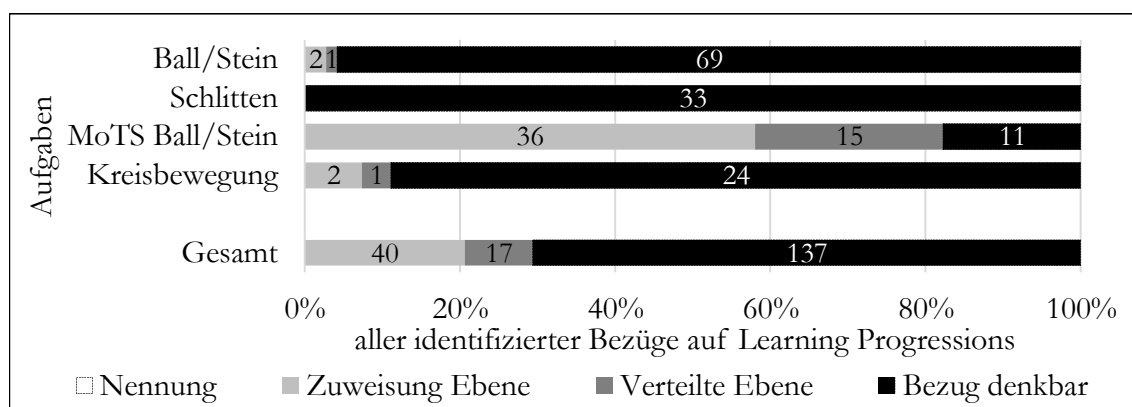


Abb. 65: Alle 194 identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung

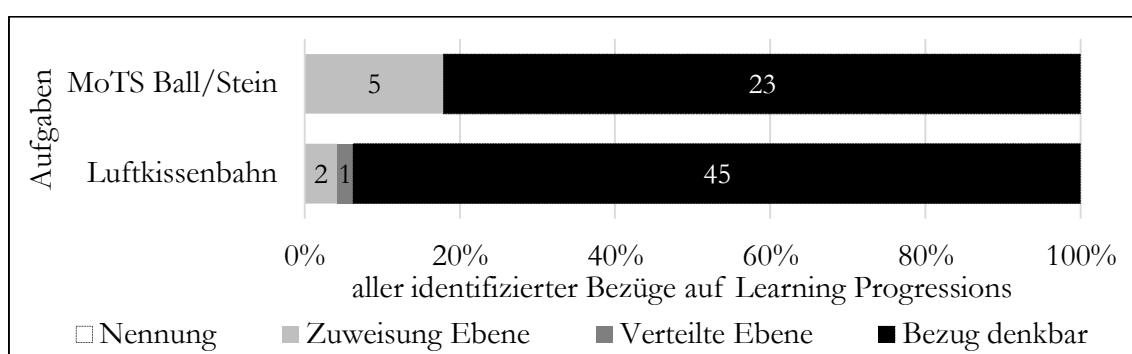


Abb. 66: Alle 76 identifizierte Nutzungsarten aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn

Tab. 28: Die Anteile aller identifizierten Nutzungsarten der Learning Progression aller Studierenden in den Partnerarbeiten (Video und schriftlich) und in den Einzelarbeiten (schriftlich)

	Nutzungsarten	Video Partnerarbeit	Schriftlich Partnerarbeit	Schriftlich Einzelarbeit
Implizit	Bezug denkbar	53 %	71 %	87 %
	Zuweisung Ebene	35 %	21 %	12 %
Explizit	Verteilte Ebene	9 %	9 %	1 %
	Nennung	2 %	0 %	0 %

Anmerkung: Da es sich um gerundete Werte handelt, kann es sein, dass die relativen Werte in der Tabelle pro Aufgabe in Summe keine 100% ergeben.

Aus den Ergebnissen lässt sich deuten, dass die untersuchten Studierenden eher dazu tendieren, Inhalte der *Learning Progression* zu adressieren, ohne diese explizit zu nutzen. Werden *Learning Progressions* von den Studierenden explizit adressiert, besteht die Nutzung eher darin, das Verständnis von Schüler*innen in einer Ebene der *Learning Progression* zu verorten. Dies lässt sich zumindest in Summe für alle Studierenden aussagen. Individuelle Studierende unterscheiden sich darin teilweise, was insbesondere auch damit zusammenhängt, dass die Studierenden generell *Learning Progressions* verschieden oft adressieren (vgl. Abbildungen 64-66).

Dass die Studierenden hauptsächlich Inhalte einer *Learning Progression* adressieren, ohne diese explizit zu nutzen, ist nicht verwunderlich. Vor allem beim Kommunizieren in den Videoaufzeichnungen kann es sein, dass die Studierenden Themen diskutieren, ohne zu jedem diskutierten Punkt erneut einen expliziten Bezug zur *Learning Progression* herzustellen, bzw. dass sie diesen nicht so ausformulieren, dass der Bezug für den Autor als ein solcher identifizierbar ist. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, dass eine starke Fokussierung auf *Learning Progressions* in der Aufgabenstellung, wie z. B. bei der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* in den Partnerarbeiten, dazu beitragen kann, dass die Studierenden sich expliziter auf *Learning Progressions* beziehen. Auch dass die expliziten Bezüge eher auf dem Verorten in einer Ebene der *Learning Progression* liegen, ist nicht verwunderlich. Insbesondere das Diskutieren eines Aspektes in einer *Learning Progression*, z. B. eine Diskussion über die in der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* dokumentierte Impetusvorstellung bietet an, nur auf einer Ebene zu diskutieren.

Auffällig ist an den Ergebnissen, dass vor allem in den schriftlichen Aufzeichnungen der relative Anteil an impliziten Bezügen noch einmal wesentlich höher ist als in den Videoaufzeichnungen. Dies könnte zumindest in den Partnerarbeiten damit erklärt werden, dass sich die Studierenden auf ein gemeinsames Ergebnis einigen, welches aus einem impliziten Bezug stammt und von den Studierenden schriftlich festgehalten wird. Es könnte aber auch sein, dass die schriftlichen Aufzeichnungen Ergebnisse aus Diskussionen mit explizitem Bezug zur *Learning Progression* sind, dieser explizite Bezug aber in der Regel nicht immer mit aufgeschrieben wird. Generell kann aus den schriftlichen Aufzeichnungen nur relativ schwer ge- deutet werden, ob es sich um einen expliziten Bezug handelt, wenn dieser nicht deutlich mit notiert wird, z. B. indem „Ebene 2“ aufgeschrieben wird. Der hohe Anteil an impliziten Bezügen stammt außerdem insbesondere aus den bearbeiteten Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*. Hier könnten die Aufgabenstellung und das Bearbeitungsformat des Diagnosebogens (vgl. Aufgabenbeschreibung in Kap. 5.1.1) eher dazu geführt haben, dass nicht explizit auf die *Learning Progression* verwiesen wurde – zumindest in den schriftlichen Aufzeichnungen. Die Studierenden werden durch Leitfragen in dem Diagnosebogen dazu aufgefordert, dass sie z. B. Fragen an die Schüler*innen formulieren oder überlegen sollen, was Gründe dafür sind, dass die Schüler*innen einen physikalischen Sachverhalt (nicht) verstanden haben. Diese Leitfragen lassen sich gut beantworten, ohne explizit auf die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* zu verweisen.

Die Interpretationen der Ergebnisse sollten auf Grund des vorhergegangenen Kodiervorgangs kritisch diskutiert werden. Zwar bildet sich ab, dass implizite Bezüge über 50 % der identifizierten Nutzungen ausmachen, allerdings ist diese Erkenntnis dem spezifischen Kodiervorgang geschuldet. Die Studierenden äußern nicht, dass sie (Teile) eine(r) *Learning Progression* nutzen, der Autor vermutet dies lediglich hinter den Aussagen oder den schriftlichen Aufzeichnungen der Studierenden. Es könnte somit sein, dass dieser Wert auch unter 50 % oder sogar über dem identifizierten Wert liegt. Die InterCoderübereinstimmung (vgl. Kap. 4.3.1) lieferte für die Hauptkategorie 5, in denen auch der Sub-Code *Bezug denkbar* enthalten ist, gute Kappa-Werte. Dabei wurde in Kapitel 4.3.1 bereits diskutiert, dass die Kappa-Werte für Hauptkategorie 5 besonders aussagekräftig sind, da dabei auch die Sub-Codes berücksichtigt wurden. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass das Erkennen eines *denkbaren Bezuges* auf eine *Learning Progression* ebenfalls als gut eingeschätzt werden kann. Gleichzeitig scheint es jedoch logisch, dass die Studierenden die *Learning Progression* insbesondere in den Videoaufzeichnungen hauptsächlich implizit nutzen, anstatt im Gespräch immer wieder erneut explizit zu benennen. Die an den Diskussionen beteiligten Studierenden, die auf Video aufgezeichnet wurden, diskutieren in der Regel eine überschaubare Anzahl an Aspekten der *Learning Progression*, explizite Verweise sind für die Kommunikation zwischen den Studierenden also nicht zwingend nötig. So kann es auch sein, dass die Studierenden auf die *Learning Progression* schauen, aber nichts daraus vorlesen und mit eigenen Worten den Inhalt so wiedergeben, dass der Autor dies nicht als expliziten, sondern nur impliziten Bezug identifiziert. Die Kodierung konnte jedoch nonverbale Aktivitäten abdecken, die expliziter Natur sind. So konnten beispielsweise Aussagen von Studierenden als explizite Bezüge identifiziert werden, wenn die Studierenden aktiv auf die *Learning Progression* zeigten.

Aussagen und schriftlich notierte Analysen von den Studierenden können zwar thematisch in der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* verortet werden, es muss jedoch nicht zwingend sein, dass die Studierenden sich dabei auf die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* beziehen. Es ist auch denkbar, dass Studierende während der Analyse fachliche Überlegungen machen, ohne spezifisch an die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* zu denken. Oder auch, dass Studierende auf Erfahrungen mit Lernenden zurückgreifen (z. B. beim Unterrichten von Mechanik oder bei Hausaufgabenbetreuungen zu Mechanikaufgaben). Dies würde bei der Analyse der Daten durch den Autor jedoch nicht zwingend auffallen und als ein *denkbarer Bezug* zur *Learning Progression* identifiziert werden. Unter Berücksichtigung der Kommunikation zwischen den Studierenden in Partnerarbeit ist auch nicht auszuschließen, dass sich Studierende lediglich auf Aussagen der anderen Person beziehen (die sich ggf. auf die *Learning Progression* bezogen hat) und die *Learning Progression* selbst gar nicht berücksichtigen. Doch auch solche Aussagen würden durch den Autor als ein *denkbarer Bezug* identifiziert werden.

Ob die Studierenden sich in den identifizierten Situationen bzw. Ausschnitten in den schriftlichen Aufzeichnungen wirklich auf die *Learning Progression* beziehen, kann nicht sicher gesagt

werden. Um diesbezüglich mehr Sicherheit zu gewinnen, hätte man weitere Erhebungsformen wählen müssen, die jedoch in der Regel wieder einen impliziten Bezug provoziert hätten. Z. B. hätte man mit einer Form des Lauten Denkens (Konrad, 2010) oder mit einem anschließenden Interview genauer analysieren können, ob die Studierenden sich wirklich auf die *Learning Progression* beziehen. Dies könnte ggf. in einer Anschlussstudie realisiert werden.

Bisher ist in der Forschungsliteratur nur wenig über die Nutzungsarten von *Learning Progressions* berichtet worden (vgl. Kap. 2.7.3). Insbesondere die hier dargestellten Nutzungsarten kann man aktuell so nicht in der Forschungsliteratur finden. Die hier dargestellten Ergebnisse decken sich jedoch in kleinen Teilen mit dem, was v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) in der Nutzung der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* durch Lehramtsstudierende identifizieren konnten: Die darin untersuchten Studierenden nutzen die *Learning Progression*, um Verständnisse von Schüler*innen einer Ebene der *Learning Progression* zuzuordnen, ohne den Inhalt genauer zu erläutern. Alternativ nutzen sie die *Learning Progression*, um spezifische Teilaspekte (z. B. nur ein bestimmter Aspekt zu Kraft) zu identifizieren – mit oder ohne Verortung in eine Ebene. Auch Alonzo und Elby (2019) konnten in einer Untersuchung verschiedene Nutzungsarten der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* durch Lehrkräfte identifizieren, diese unterscheiden sich jedoch so stark von den in dieser Arbeit identifizierten Arten, dass ein Vergleich mit diesen nicht zielführend ist (vgl. Alonzo & Elby, 2019, S. 16 für eine genauere Umschreibung der Nutzungsarten).

Veränderung der Nutzungsarten

Mit Blick auf Forschungsfrage 3.3 wird an dieser Stelle noch einmal auf die Veränderung des Nutzungsverhaltens der Studierenden eingegangen. Dabei lässt sich in Summe für alle Studierenden kein genereller Trend erkennen. Wie in Abbildung 64 zu erkennen ist, nehmen in den Videoaufzeichnungen die impliziten Nutzungen von *Ball/Stein* zu *Schlitten* leicht zu. Allerdings sind die expliziten Nutzungen in den Videoaufzeichnungen zu MoTS *Ball/Stein* deutlich in der Überzahl (ca. 87 %). Das ist zur Aufgabe *Kreisbewegung* wieder umgekehrt, allerdings sind die Zahlen der identifizierten *Learning Progression*-Nutzungen auch relativ gering (vgl. Kap. 5.1.3), und nur wenige identifizierte Nutzungen könnten das Verhältnis ändern. In den schriftlichen Aufzeichnungen in den Partnerarbeiten ist diese Veränderung ähnlich. Lediglich in den Einzelarbeiten könnte man einen leichten Anstieg der impliziten Bezüge verorten.

Generell könnte man erwarten, dass die Studierenden im Laufe der Zeit sicherer im Umgang mit der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* werden und deshalb weniger explizite Bezüge kommen könnten. Eine andere Erwartungshaltung wäre, dass die Studierenden relativ unsicher im Umgang mit der *Learning Progression* sind und sich aus diesem Grund im Rahmen der Aufgabenstellungen (die *Learning Progressions* explizit einfordern) ermahnen, die *Learning Progression* zu nutzen – was ebenfalls zu mehr expliziten Bezügen führen würde. Beide Möglichkeiten lassen sich aber so nicht aus den analysierten Daten interpretieren. Insbesondere ist

es auch schwierig eine Veränderung nachzuvollziehen, da bei der Studie nur wenige Studierende an allen Erhebungszeitpunkten teilgenommen haben und man außerdem von verschiedenen Hintergründen der Studierenden auf Grund von Abwesenheiten in den anderen Seminarsitzungen ausgehen muss. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf den Verlauf der Nutzung einzelner Studierender nicht weiter eingegangen.

5.4.2 Nutzungsarten der Studierenden: Differenziertheit der Nutzung

Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, wie die Studierenden die *Learning Progression* beim Diagnostizieren nutzen. Dies lässt aber noch nicht darauf schließen, ob die Nutzung damit einhergeht, dass die Studierenden das Verständnis der Schüler*innen differenzierter versuchen zu durchdringen, oder ob sie die *Learning Progression* nutzen, um Schüler*innen in einer dichotomen Art auf einer Ebene zu verorten. Folgend werden die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Ergebnisse mit der Differenziertheit der Nutzung in Verbindung gebracht und anschließend diskutiert. Hierzu wird in zwei Arten der Differenziertheit unterschieden: *Dichotom* bedeutet, dass die Studierenden insbesondere dem Verständnis der Schüler*innen einen Wert zuordnen, z. B. *richtig* oder *falsch*. Für die Auswertung wurden die Codes *dichotom* und *Benennung* aus Nebenkategorie N2 gemeinsam als dichotome Nutzung gezählt, da der Code *Benennung* beinhaltet, dass die Studierenden die Schüler*innen und/oder deren Verständnisse ohne weitere Differenzierung einer oder mehrerer Ebenen der *Learning Progression* zuweisen. *Differenzierter* bedeutet, dass die Nutzung der *Learning Progression* über eine dichotome Nutzung hinausgeht und im am meisten ausgeprägten Fall, dass das Verständnis so genau wie möglich umschrieben wird. Einer Aussage wurde keine Differenziertheit zugeordnet, wenn nicht eindeutig identifiziert werden konnte, ob es sich um eine dichotome oder differenzierte(re) Aussage handelt. Genauere Definitionen der Codes sind im Kodiermanual (Anhang C) zu finden.

In den Tabellen 29-31 sind die verschiedenen Nutzungsarten der *Learning Progression* und deren jeweilige Differenziertheit aufgelistet (siehe Tab. 27 für Beschreibung der Nutzungsarten). Die drei Tabellen sind gleich aufgebaut. Als Grundgesamtheit werden darin die jeweils identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions* in den Partnerarbeiten der Videoaufzeichnungen, den Partnerarbeiten der schriftlichen Aufzeichnungen und den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit angenommen. Darin sind jeweils die Anteile der identifizierten Nutzungsarten aufgetragen. Die Nutzungsarten teilen sich in implizit (*Bezug denkbar*) und explizit (*Zuweisung Ebene*, *Verteilte Ebene*, *Nennung*) auf. Eine solche Darstellung ist bereits in Teilen in Tabelle 28 zu sehen. Die folgenden Tabellen erweitern die Darstellungen aus Tabelle 28, indem die Nutzungsarten noch einmal nach ihrer Differenziertheit unterschieden werden. Dabei wird in *dichotom*, *differenziert* und *ohne Differenziertheit* unterschieden. In jeder Zelle der Tabelle ist angegeben, wie oft eine bestimmte Nutzungsart mit einer der drei Differenziertheiten auftritt. Hinter der Anzahl ist in Klammern der relative Anteil von allen identifizierten Bezügen auf *Learning Progressions* angegeben. Z. B. ist in Tabelle 29 zu erkennen, dass in den Videoaufzeichnungen 44 Bezüge auf *Learning Progressions* identifiziert worden sind, die der Nutzungsart *Bezug denkbar* entsprechen und *dichotom* sind. Da es zu den Videoaufzeichnungen

insgesamt 496 identifizierte Bezüge auf *Learning Progressions* gibt, entsprechen diese 43 *dichotomen Bezug denkbar* ca. 9 % dieser identifizierten Bezüge. Alle prozentualen Anteile ergeben also gemeinsam 100%.⁵⁰

Tab. 29: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den Videoaufzeichnungen (Partnerarbeiten)

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Implizit	Bezug denkbar	43 (9 %)	176 (35 %)	44 (9 %)
Explizit	Zuweisung Ebene	125 (25 %)	43 (9 %)	9 (2 %)
	Verteilte Ebenen	30 (6 %)	7 (1 %)	8 (2 %)
	Nennung ohne Verortung	1 (0 %)	1 (0 %)	9 (2 %)

Tab. 30: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den schriftlichen Aufzeichnungen (Partnerarbeiten)

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Implizit	Bezug denkbar	9 (5 %)	102 (53 %)	26 (13 %)
Explizit	Zuweisung Ebene	21 (11 %)	17 (9 %)	2 (1 %)
	Verteilte Ebenen	8 (4 %)	8 (4 %)	1 (1 %)
	Nennung ohne Verortung	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Tab. 31: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den schriftlichen Aufzeichnungen (Einzelarbeiten)

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Implizit	Bezug denkbar	8 (11 %)	55 (72 %)	5 (7 %)
Explizit	Zuweisung Ebene	7 (9 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	Verteilte Ebenen	1 (1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	Nennung ohne Verortung	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Aus den Ergebnissen in allen drei Tabellen (Tab. 29-31) lässt sich ableiten, dass den impliziten Nutzungen eher *differenzierter* zugeordnet wurde. Den expliziten Nutzungen wurde eher *dichotom* zugeordnet. Zumindest lässt sich in allen drei Datenquellen feststellen, dass immer mehr differenzierte als dichotome implizite Nutzungen identifiziert wurden und andersherum mehr dichotome als differenziertere explizite Nutzungen. Diese Feststellung ist für

⁵⁰ Da die Werte auf ganze Prozent gerundet wurden, kann die Summe auch leicht von 100% abweichen.

die absoluten Zahlen in den Videoaufzeichnungen unabhängig davon, dass generell wesentlich weniger explizite als implizite Bezüge identifiziert wurden (vgl. Tab. 28). In den schriftlichen Aufzeichnungen ist das nicht der Fall. Hier könnten schon wenige explizite Bezüge mehr das Verhältnis ändern. U. a. weil mehr implizite als explizite Bezüge identifiziert werden konnten, lässt sich verallgemeinernd sagen, dass zumindest in den identifizierten Bezügen die Studierenden die *Learning Progression* eher differenzierter nutzen.

Vor allem bei den impliziten Bezügen wurde relativ oft keine klare Differenziertheit identifiziert (ohne Differenziertheit). Dies liegt u. a. daran, dass vor allem bei einer Nutzung ohne expliziten Bezug oft auch neutralere Äußerungen dabei sind, während explizite Bezüge in der Regel auch klare(re) Verortungen und ggf. (differenziertere) Umschreibungen beinhalten. U. a. ist es aber vor allem auch insbesondere bei Komponenten, die keine Deutungen sind, schwer abzuwägen, ob es sich um eine dichotome oder differenziertere Äußerung handelt, wenn die Studierenden darin die *Learning Progression* thematisieren. Insbesondere bei Konsequenzen ist es schwer abzuwägen, ob diese differenziert formuliert sind, da nicht immer ersichtlich ist, ob die Konsequenzen auf dichotomen oder differenzierten Einschätzungen von Schülerverständnis beruhen. Bei der Berechnung der Inter-coder-Übereinstimmung (vgl. Kap. 4.3.1) wurde für die Kategorie N2 *Differenziertheit* größtenteils gute Kappa-Werte berechnet (eine Ausnahme wurde bereits in Kapitel 4.3.1 diskutiert). Es ist deshalb davon auszugehen, dass auch die Entscheidung, keine Differenziertheit zu vergeben, in der Regel gut getroffen wurde.

Die bis hierhin dargestellten Ergebnisse zeigen, wie differenziert die Nutzung der Studierenden von *Learning Progressions* an sich ist. Daraus lässt sich aber nicht ableiten, ob die Differenziertheit beim Diagnostizieren der Studierenden mit *Learning Progressions* anders ist, als wenn sie keine *Learning Progression* nutzen. In den Tabellen 32-34 ist deshalb die Differenziertheit im Zusammenhang mit allen identifizierten Komponenten abgebildet. Darin wird in Komponenten unterschieden, in denen *keine Theorie-/Empiriebezüge* erkennbar werden, Komponenten *mit Theorie-/Empiriebezüen, die jedoch keine Learning Progression sind* und in Komponenten, die implizit oder explizit auf *Learning Progressions* Bezug nehmen. Die beiden Tabellen greifen noch einmal die Unterscheidung aus den Tabellen 29-31 auf, indem nicht nur die Differenziertheit der Nutzung der *Learning Progression* unterschieden wird, sondern auch die verschiedenen Nutzungsarten berücksichtigt werden. Die Zeile *Gesamt LP* stellt die Nutzungsarten der *Learning Progression* summiert dar. Wie bereits in den vorherigen Abschnitten thematisiert, können Komponenten mehrere Theorie-/Empiriebezüge zugeordnet werden. Dies führt dazu, dass ggf. eine Komponente doppelt abgebildet wird, indem in ihr z. B. *Learning Progressions* und Schülervorstellungen (anderer Theorie/-Empiriebezug) identifiziert werden. Da Beobachtungen generell keine Differenziertheit zugeordnet wurden (vgl. Kap. 4.3.2 bzw. Kodiermanual), sind diese erneut nicht berücksichtigt worden.

Tab. 32: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit Learning Progressions und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den Videoaufzeichnungen

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Ohne Theorie		201	151	298
Mit anderer Theorie		18	25	6
Mit Learning Progressions	Implizit: Bezug denkbar	43	176	44
	Explizit: Zuweisung Ebene	125	43	9
	Explizit: Verteilte Ebenen	30	7	8
	Explizit: Nennung	1	1	8
	Gesamt LP	199	227	70

Tab. 33: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit Learning Progressions und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den schriftlichen Aufzeichnungen (Partnerarbeiten)

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Ohne Theorie		46	42	107
Mit anderer Theorie		8	12	6
Mit Learning Progressions	Implizit: Bezug denkbar	9	102	26
	Explizit: Zuweisung Ebene	21	17	2
	Explizit: Verteilte Ebenen	8	8	1
	Explizit: Nennung	0	0	0
	Gesamt LP	38	127	29

Tab. 34: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit *Learning Progressions* und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den schriftlichen Aufzeichnungen (Einzelarbeiten)

		Dichotom	Differenzierter	Ohne Differenziertheit
Ohne Theorie		5	9	155
Mit anderer Theorie		134	34	13
Mit <i>Learning Progressions</i>	Implizit: Bezug denkbar	8	55	5
	Explizit: Zuweisung Ebene	7	0	0
	Explizit: Verteilte Ebenen	1	0	0
	Explizit: Nennung	0	0	0
	Gesamt LP	16	55	5

Aus den Werten in den Tabellen 32-34 lässt sich deuten, dass die Nutzung von *Learning Progressions* in Relation zu den restlichen Theorie-/Empiriebezügen und insbesondere in Relation zu den Komponenten ohne solche Bezüge differenzierter ist. Vor allem in den schriftlichen Aufzeichnungen gibt es wesentlich mehr differenziertere Nutzungen mit *Learning Progressions* als ohne, aber auch bei den Videoaufzeichnungen ist dies erkennbar. Dies sind Hinweise darauf, dass *Learning Progressions* dazu führen können, dass Studierende differenzierter diagnostizieren oder dass eine intensive Auseinandersetzung mit den *Learning Progressions* dazu führen kann, dass Studierende damit differenziertere Analysen ausführen. Diese Deutung scheint nicht generell auf alle Theorie-/Empiriebezüge in der Studie zuzutreffen. So ist z. B. in den schriftlichen Einzelarbeiten zu erkennen, dass insbesondere die Komponenten mit anderen Bezügen auf Theorie bzw. Empirie eher dichotom sind und die mit Bezug auf *Learning Progressions* differenzierter. Das könnte insbesondere darauf zurückzuführen sein, dass die Studierenden beim Zuweisen von Konzeptualisierungsniveaus diese in der Regel ohne weitere Differenzierungen an die Transkripte schreiben. Zumindest in den Videos scheinen auch die Komponenten ohne solche Theorie-/Empiriebezüge eher dichotom. In den schriftlichen Aufzeichnungen sind die Unterschiede zwischen dichotomen und differenzierteren Komponenten ohne Bezüge kaum zu erkennen. Auffällig ist in allen drei Tabellen, dass die Komponenten ohne Theorie-/Empiriebezug in deutlicher Überzahl ohne eine Differenziertheit identifiziert wurden.

Diese Vergleiche können kritisch betrachtet werden. Zum einen wurden die anderen Theorie-/Empiriebezüge nicht so intensiv in den Instruktionen zu den Aufgaben thematisiert wie die *Learning Progressions*, sodass generell davon ausgegangen werden kann, dass diese eher weniger auftreten und dann auch nicht so differenziert identifiziert werden können. Aller-

dings zeigt sich an dieser Stelle erneut, dass ggf. die intensive Auseinandersetzung mit *Learning Progressions* in der beforschten Lehrveranstaltung die Studierenden dahingehend sensibilisiert, die *Learning Progressions* für differenziertere Analysen zu nutzen. Zum anderen ist kritisch anzumerken, dass man die verschiedenen Erhebungszeitpunkte nur unter Einschränkungen so miteinander vergleichen kann. Zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten waren nicht immer alle Studierenden anwesend. Außerdem forderten die Instruktionen zu den Aufgaben einen unterschiedlichen Umgang mit der *Learning Progression* und wurden teils in Partner- und teils in Einzelarbeit bearbeitet. Die Vergleiche werden an dieser Stelle unter der Prämisse gemacht, dass die Ergebnisse Hinweise auf den Zusammenhang zwischen *Learning Progressions* und der Differenziertheit von Analysen durch Studierende liefern. In zukünftigen Untersuchungen sollte diesen Hinweisen weiter nachgegangen werden.

Dass *Learning Progressions* Studierenden helfen können, das Verständnis von Schüler*innen genauer bzw. differenzierter interpretieren und beschreiben zu können, wurde in der Forschungsliteratur bereits mehrfach diskutiert (u. a. Furtak, 2012). In Teilen decken sich die in dieser Arbeit berichteten Befunde mit denen aus anderen Arbeiten. Alonzo und Elby (2019) berichten in einer Untersuchung mit Lehrkräften, dass die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* dazu führte, dass die Lehrkräfte mit Hilfe der *Learning Progression* eine differenziertere Perspektive einnahmen und diese auch behielten (S. 15). Auch Furtak (2012) konnte zeigen, dass eine *Learning Progression* (zu *natürlicher Auslese*) Lehrkräften helfen konnte, von einer dichotomen Perspektive zu einer differenzierteren Perspektive zu wechseln.

v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) berichten in ihrer Untersuchung mit vier Studierenden, die die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* beim Diagnostizieren nutzten, dass keine*r der untersuchten Studierenden die *Learning Progression* nutzte, um das Verständnis von Schüler*innen genauer zu durchdringen. Dies scheint per se nicht im Widerspruch zu den hier berichteten Befunden zu stehen, da die differenzierteren Nutzungen der *Learning Progression* nicht genauer unterschieden wurden und daher nicht in Relation zu dem Befund von v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) gesetzt werden können. Die Wissenschaftler*innen berichten weiterhin, dass die Studierenden eher keine holistischen Urteile abgaben, sondern die *Learning Progression* nutzten, um explizit Aspekte zu umschreiben, die im Verständnis der Schüler*innen richtig bzw. falsch waren (S. 119-120). Dies kommt der Unterscheidung in die in dieser Arbeit genutzten Kategorien *dichotom* und *differenzierter* zwar nahe, allerdings beinhalten die expliziten Aspekte bei v. Aufschnaiter und Alonzo (2018) auch klar dichotome Äußerungen, weshalb man auch hier nur schwer einen Vergleich ziehen kann. Zumindest decken sich die Befunde jedoch dahingehend, dass die *Learning Progression* dazu führen kann, dass die Studierenden einen Aspekt im Verständnis der Schüler*innen ggf. genauer umschreiben. *Learning Progressions* könnten somit dazu führen, dass Studierende eine dichotome Klassifizierung von Verständnissen überwinden können, wie sie u. a. von Otero (2006) beschrieben wird.

Trotz der Überschneidungen mit anderen Befunden in der Forschungsliteratur muss kritisch angemerkt werden, dass *differenzierter* ein Begriff mit zu breiter Definition ist, um genauere Aussagen darüber machen zu können, wie die Studierenden eine *Learning Progression* bei differenzierteren Diagnoseprozessen nutzen. In zukünftigen Studien sollte dieser Begriff genauer abgestuft werden, damit vor allem maximal differenzierte Umschreibungen von Verständnis mit Bezug zu *Learning Progressions* identifiziert werden können. Dies ändert jedoch nichts an Interpretationen basierend auf den vorgestellten Befunden, dass Studierende mit der *Learning Progression* eher differenzier diagnostizieren. Auch hierbei sollte bedacht werden, dass die InterCoderübereinstimmung mit guten Kappa-Werten für die Nebenkategorie 2 *Differenziertheit* diese Interpretation stützt.

5.4.3 Umstände der differenzierteren Nutzung von Learning Progressions

In den vorherigen Abschnitten wurde dargestellt, welche Nutzungsarten in den Analysen der Studierenden identifiziert werden konnten und welche Differenziertheit diese Arten aufweisen. Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit Forschungsfrage 3.2: Unter welchen Umständen nutzen Studierende *Learning Progressions*, um die Vorstellungen/das Verständnis von Schüler*innen zu durchdringen?

Die Herausforderungen beim Beantworten der Forschungsfrage liegen hierbei einerseits darin, dass Teile der Forschungsfrage bereits in den vorherigen Abschnitten beantwortet wurden und andererseits darin, dass schwer zu beantworten ist, ab wann Vorstellungen oder Verständnisse *genauer durchdrungen* werden. Da die Differenziertheit der Nutzung der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* nicht genauer abgestuft wurde (also der Code *differenzierter* keine unterschiedlichen Sub-Codes aufweist), wird an dieser Stelle nur auf die identifizierten differenzierteren Nutzungen eingegangen. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine differenziertere Nutzung beim Analysieren von Verständnissen der Schüler*innen am ehesten *genaueren Durchdringens* entspricht. Im Folgenden wird diskutiert, welche Umstände mit Blick auf die bearbeiteten Aufgaben damit im Zusammenhang stehen. In den Abbildungen 67-68 sind die identifizierten Differenziertheiten der Nutzung der *Learning Progression* aller Studierenden pro Aufgabe für die ausgewerteten Videoaufzeichnungen und die ausgewerteten schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit abgebildet. Abbildung 69 zeigt das Gleiche für die ausgewerteten schriftlichen Einzelarbeiten zu den Aufgaben MoTS *Ball/Stein* und *Luftkissenbahn*.

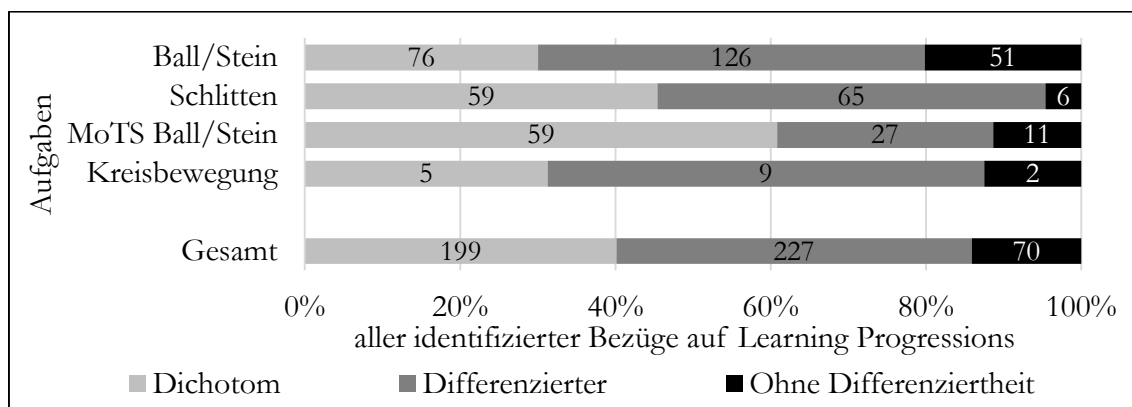


Abb. 67: Alle Differenziertheiten der 496 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung

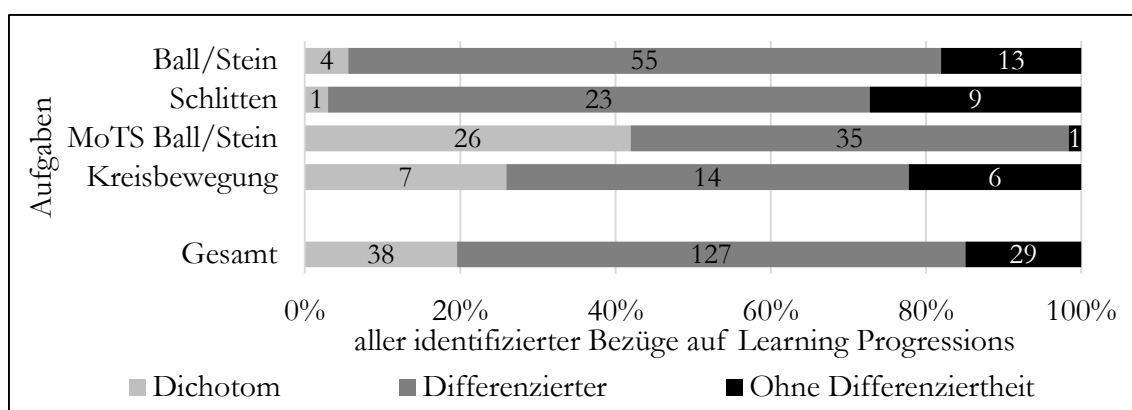


Abb. 68: Alle Differenziertheiten der 194 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung

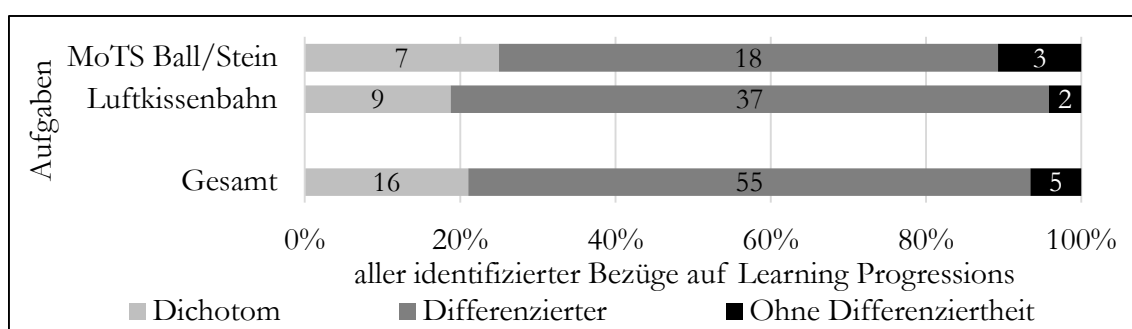


Abb. 69: Alle Differenziertheiten der 76 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn

In den dargestellten Verteilungen der Differenziertheiten in den drei Abbildungen (Abb. 67-69) ist zu erkennen, dass insbesondere in den schriftlichen Aufzeichnungen zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* differenziertere Nutzungen der *Learning Progression* identifiziert werden konnten. Bei beiden Aufgaben wurden die Studierenden explizit dazu aufgefordert, die *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* zu nutzen. Die Studierenden werden durch die Leitfragen in dem eingesetzten Diagnosebogen dazu aufgefordert, das Verständnis der Schüler*innen, Fragen an die Schüler*innen, Ursachen und Konsequenzen nachvollziehbar aufzuschreiben. Zu den Konsequenzen wird sogar gefordert, dass diese so genau wie möglich aufgeschrieben werden (vgl. Aufgabenbeschreibung in Kap. 5.1.1 bzw. Diagnosebogen in Anhang D). In dem Fragebogen wurden die jeweiligen Bezüge auf die *Learning Progression* dann auch differenzierter aufgeschrieben. Es ist denkbar, dass die Studierenden auf Grund der spezifischen Leitfragen auch in den auf Video aufgezeichneten Diskussionen öfter differenziertere Äußerungen mit Bezug auf die *Learning Progression* tätigen – in den Videoaufzeichnungen zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* sind jeweils ca. 50 % aller Bezüge auf *Learning Progressions* differenzierter. In den schriftlichen Aufzeichnungen zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* ist der relative Anteil differenzierter Bezüge höher (ca. 76 % bzw. ca. 70 %). Da in den schriftlichen Aufzeichnungen aber insbesondere auch Ergebnisse nach Aushandlungsprozessen zwischen den Studierenden festgehalten werden, ist es nicht überraschend, dass hier prozentual mehr differenziertere Bezüge auf die *Learning Progression* identifiziert werden konnten als in den Videoaufzeichnungen.

Obwohl die differenzierten Bezüge in den ausgewerteten Videoaufzeichnungen zu Aufgabe *Schlitten* ca. 50 % betragen, ist der Anteil an dichotomen Bezügen mit ca. 45 % relativ hoch. Bei der Aufgabe könnte dies insbesondere daran liegen, dass der abgebildete Schüler in der Vignette zumindest in Teilen fachlich offensichtlich unangemessene Äußerungen tätigt, was die Studierenden dazu verleiten könnte sein Verständnis zu Kraft und Bewegung dichotom als falsch zu werten.⁵¹ Um diese Vermutung überprüfen zu können, müssten die Inhalte der Äußerungen genauer analysiert werden. Dies wurde in der vorliegenden Studie nicht getan, in einer Anschlussstudie könnte dies aber von Interesse sein. Auch zu der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* wurden in den Videoaufzeichnungen relativ viele dichotome Bezüge auf *Learning Progressions* identifiziert – ca. 61 % der identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions* sind hier dichotom. Auch in den zugehörigen schriftlichen Aufzeichnungen, die in Partnerarbeit erstellt wurden, sind ca. 42 % der Bezüge auf *Learning Progressions* dichotom, was den höchsten Wert in den ausgewerteten schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit darstellt. Vor dem Bearbeiten der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* setzten sich die Studierenden in mehreren Aufgaben mit *Learning Progressions* intensiv auseinander. Dabei wurde insbesondere die Eigenschaft als Niveaumodell thematisiert. So intensiv wurden bei den anderen untersuchten Aufgaben

⁵¹ Tatsächlich konnten unabhängig von der Nutzung der *Learning Progression* vor allem in den Videoaufzeichnungen mehr negativ konnotierte Äußerungen zu Aufgabe *Schlitten* identifiziert werden als in den anderen Aufgaben, wie z. B. „Der [Schüler] wird kein NASA-Ingenieur.“

Learning Progressions im Vorfeld nicht thematisiert. Dies scheint im Zusammenhang mit dichotomen Ebenenzuweisungen zu stehen (vgl. Anteile der Ebenenzuweisungen in Abb. 64).

Aus den dargestellten Befunden lässt sich deuten, dass unterschiedliche Umstände einen Einfluss auf die Differenziertheit der Nutzung der *Learning Progression* haben: 1) Das Bearbeitungsformat der schriftlichen Aufzeichnungen scheint zumindest dazu beizutragen, dass von den Studierenden eher differenziertere Bezüge auf die *Learning Progression* aufgeschrieben werden. Dies bedeutet jedoch auch, dass sie diese in den Partnerarbeiten in der Regel vorher diskutiert haben. 2) Der Inhalt einer Vignette könnte dazu beitragen, dass die *Learning Progression* eher differenzierter oder dichotom genutzt wird. 3) Eine im Vorfeld starke Thematisierung des Charakters eines Niveaumodells könnte dazu beitragen, dass die Studierenden eher dichotom Ebenen zuweisen. Dies soll per se nicht als negative Eigenschaft der Studierenden aufgefasst werden. Zwar kann es schwieriger sein, Förderung an dichotomen Ebenenzuweisungen anzusetzen, einzugrenzen welches Verständnis Schüler*innen (eher) aufweisen, kann den Studierenden jedoch Orientierung beim Analysieren geben.

Insbesondere der potenzielle Einfluss von Punkt 3), die starke Thematisierung des Charakters eines Niveaumodells, kann an dieser Stelle kritisch hinterfragt werden, da im Vorfeld der Bearbeitungen aller Aufgaben (mit Ausnahme von Aufgabe *Kreisbewegung* und den schriftlichen Einzelarbeiten zum MoTS *Ball/Stein*) *Learning Progressions* thematisiert wurden. Dies war vor der Partnerarbeit zu Aufgabe MoTS *Ball/Stein* jedoch wesentlich stärker der Fall. Gleichzeitig fehlt der Studie für eine genauere Beurteilung des Einflusses der Umstände auf die Nutzung der *Learning Progression* erneut ein Studiendesign, das diese Einflüsse kontrollierter untersuchen kann. Ähnliches wurde schon mehrfach in den vorherigen Abschnitten diskutiert und wird deshalb an dieser Stelle nur noch angemerkt. Die hier dargestellten Befunde und Interpretationen stellen jedoch Hinweise dar, denen in einer anschließenden Studie nachgegangen werden sollte.

Unterschiede im Auftreten der Nutzungsarten und der Differenziertheiten zu verschiedenen Zeitpunkten

Für die Thematisierung von Forschungsfrage 3.3 wird an dieser Stelle noch einmal die Veränderung der Differenziertheiten der Nutzung von *Learning Progressions* betrachtet. Summiert ist in den Abbildungen 67-69 zu erkennen, dass die relativen Anteile der Differenziertheiten zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten schwanken. Vergleicht man diese Abbildungen mit den Abbildung 64-66, die die identifizierten Nutzungsarten in den Aufgaben abbilden, bekommt man ein ähnliches Bild der Entwicklung der Nutzung. Generell scheinen die Differenziertheiten im Laufe der Erhebungszeitpunkte zwar zu schwanken, allerdings gibt es keine generellen Veränderungen, die berichtet werden können. Wie bereits in vorherigen Kapiteln erwähnt, ist es kritisch, Aussagen zu der Veränderung vom Auftreten der Differenziertheiten oder der Nutzungsarten zu tätigen. Die Aufgaben unterscheiden sich in Teilen und die untersuchten Studierenden waren teilweise nicht an allen Erhebungszeitpunkten an-

wesend und/oder fehlten in anderen Seminarsitzungen, weshalb von unterschiedlichen Hintergründen der Studierenden ausgegangen werden muss. Um in Zukunft bessere Vergleiche anstellen zu können, sollten die Erhebungsformate zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten ähnlicher sein. Insbesondere müssten die untersuchten Studierenden konstanter an der Datenerhebung beteiligt sein. Dies wurde bereits in vorherigen Kapiteln genauer dargestellt, weshalb an dieser Stelle nicht noch einmal darauf eingegangen wird.

5.4.4 Nutzungsarten der Studierenden: Ergebnisse zu den Mapping-Prozessen

Neben den durch das Kategoriensystem analysierten Nutzungsarten wurde mit dem qualitativen Verfahren eine Art Mapping-Prozess untersucht. Dabei wurde genauer analysiert, ob die Studierenden von der *Learning Progression* auf ihre Deutungen/Ursachen/Konsequenzen kommen (*von Learning Progression auf X*, $LP \rightarrow X$) oder ob sie diese Komponenten bzw. die analysierten Daten der Schüler*innen in der *Learning Progression* verorten (*von X auf Learning Progression*, $X \rightarrow LP$). Neben diesen beiden Nutzungsarten des Mappings wurden auch noch eigene Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen der Studierenden identifiziert, die zwar Inhalte der *Learning Progression* aufweisen, aber nicht zu den beiden anderen Nutzungsarten passen und von den Studierenden selbst generiert wurden (*Eigen*).

In Tabelle 35 ist für $N = 23$ Studierende zu den Aufgaben *Ball/Stein*, *Schlitten* und *MoTS Ball/Stein* abgebildet, wie viele solcher Nutzungsarten insgesamt identifiziert werden konnten. Dahinter befindet sich der relative Anteil in Prozent.⁵² Die Grundgesamtheit bildet dabei immer die Summe aller identifizierten Nutzungsarten pro Aufgabe. Bei den ausgewerteten Daten handelt es sich ausschließlich um die Videoaufzeichnungen, die analysiert wurden. Die Videoaufzeichnungen zu der Aufgabe *Kreisbewegung* wurden zwar zunächst auch analysiert, allerdings gibt es in diesen nur so wenige Bezüge auf *Learning Progressions*, dass sich eine weitere Analyse und die Darstellung der Ergebnisse nicht lohnt (vgl. Kap. 5.3). Beim Erstellen der Berichte wurden außerdem Beobachtungen berücksichtigt, sofern diesen ein Bezug zu *Learning Progressions* zugeordnet wurde.⁵³ Dafür wurde sich entschieden, da die erstellten Berichte auf Transkripten basieren, in denen auch Beobachtungen berücksichtigt wurden. Beobachtungen wurde nur ein Bezug zu *Learning Progressions* zugewiesen, wenn sich der Autor auf Grund des Kontextes sicher war, dass ein Bezug vorhanden war (z. B. wenn über die *Learning Progression* gesprochen und das Gesprochene mit einer Beobachtung verbunden wurde).

⁵² Da die Werte auf ganze Prozent gerundet wurden, kann die Summe auch leicht von 100% abweichen.

⁵³ Es handelt sich dabei nur um insgesamt fünf Beobachtungen, die sich über die drei Aufgaben verteilen. Eine Beobachtung, der z. B. der Sub-Code *Bezug denkbar* zugewiesen wurde ist „Sie [die Schülerin] sagt es ja auch. Nach der Hand wirkt eine Kraft auf das Objekt ja auch.“

Tab. 35: Anzahl und relative Anteile der Nutzungsarten des Mappings der Learning Progression, die in den Learning Progression-Berichten von N = 23 Studierenden zu den Videoaufzeichnungen in den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten und MoTS Ball/Stein identifiziert werden konnten

		LP → X	X → LP	Eigen
Aufgabe	Ball/Stein	82 (32 %)	102 (39 %)	76 (29 %)
	Schlitten	42 (32 %)	45 (34 %)	46 (35 %)
	Modifiziertes Transkript Ball/Stein	26 (27 %)	69 (70 %)	3 (3 %)

In den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* ist zu erkennen, dass die drei Nutzungsarten relativ gleich verteilt sind, wobei bei *Ball/Stein* die Art von *X auf Learning Progression* etwas mehr identifiziert werden konnte als die anderen beiden Arten. Auffällig ist insbesondere, dass zu der Aufgabe mit dem *modifizierten Transkript Ball/Stein* diese Nutzungsart (*von X auf Learning Progression*) mit ca. 70 % besonders oft vertreten ist. Gleichzeitig gibt es kaum *eigene* Komponenten mit Bezug zur *Learning Progression*, die nicht von der *Learning Progression* kommen oder von den Studierenden in dieser verortet werden (ca. 3 %). Auch in Bezug auf Forschungsfrage 3.3 ist diese Veränderung zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten weg von *eigenen* Komponenten hin zu *von X auf Learning Progression* zu diskutieren.

Das unterschiedliche Auftreten der identifizierten Nutzungsarten könnte auf drei verschiedene Gründe zurückzuführen sein: 1) Zu der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* gibt es wesentlich mehr explizite Hinweise und vorlaufende Arbeitsaufträge, die *Learning Progressions* adressieren (vgl. Aufgabenbeschreibung in Kap. 5.1.1). Ein ähnliches Argument wurde im Zusammenhang mit dieser Aufgabe bereits in vorherigen Kapiteln angeführt. Es ist deshalb davon auszugehen, dass generell weniger eigene Komponenten durch die Studierenden adressiert werden und deutlicher von der *Learning Progression* auf die Komponenten oder von den Daten bzw. von den Komponenten auf andere Komponenten geschlussfolgert wird. 2) Die Aufgabe *MoTS Ball/Stein* findet in Sitzung 11 statt. Zu diesem Zeitpunkt konnten die Studierenden bereits Erfahrung im Diagnostizieren und auch mit der *Learning Progression* sammeln. Gleichzeitig finden die anderen beiden Aufgaben zu Anfang des Seminars in Sitzung 3 statt. In dieser Sitzung diagnostizieren die Studierenden mit Hilfe der *Learning Progression* zum ersten Mal. Diese Erfahrungsunterschiede können dazu führen, dass die Studierenden in den identifizierten Komponenten nicht mehr von der *Learning Progression* aus auf ihre Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen gehen, sondern die *Learning Progression* bereits so gut kennen, dass sie direkt von den Daten oder einer vorher geäußerten Komponente auf die *Learning Progression* rekurrieren. Es ist also zu erwarten, dass die Nutzung der *Learning Progression* über einen bestimmten Zeitraum diesen Verlauf nimmt, da auch die Studierenden mit dem Umgang der *Learning Progression* sicherer werden und deren Inhalt nicht immer wieder erneut im Vorfeld einsehen müssen. 3) Der letzte Punkt verbindet die beiden vorher diskutierten Punkte 1) und 2). Zum Bearbeitungszeitpunkt der Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* in Sitzung 3 haben die Studierenden noch relativ wenig Erfahrung mit *Learning Pro-*

gressions sammeln können. Dabei ist zu erwarten, dass die Studierenden auch noch mehr eigene Komponenten benennen, da sie die *Learning Progression* ggf. nicht systematisch nutzen und deren Inhalt noch weniger bekannt ist.

Die Interpretationen aus den präsentierten Befunden basieren auf logischen Schlussfolgerungen, sind jedoch nicht statistisch abgesichert. So kann man nicht sicher sagen, wie signifikant die Unterschiede zwischen den einzelnen Nutzungsarten insbesondere im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Aufgaben stehen oder ob es sich ggf. auch um eine zufällig entstandene Verteilung handelt. Um dies besser einschätzen zu können, müsste man einen statistischen Test durchführen. In diesem Fall würde sich die loglineare Analyse (vgl. Field, 2009, S. 702) am besten eignen. In der Arbeit wurde ein solcher Test jedoch nicht durchgeführt. Dies liegt insbesondere an der nicht konsistenten Zusammensetzung der Stichprobe zu den verschiedenen Zeitpunkten der Datenerhebung (vgl. Kap. 4.2.1). Zu Sitzung 11 wurden keine Videodaten der Studierenden aus der Erweiterungserhebung ausgewertet. Gleichzeitig existieren nicht für alle Studierenden, die in Sitzung 3 ausgewertet wurden, auch Daten in Sitzung 11 und einige wenige Studierende, die in Sitzung 11 ausgewertet wurden, konnten nicht in Sitzung 3 ausgewertet werden. Zusätzlich ändern sich dadurch teilweise auch Gruppenkonstellationen, was ebenfalls einen Einfluss auf die Nutzung der *Learning Progression* haben könnte. Neben diesen durch die Erhebung gut dokumentierten Faktoren kommt noch erschwerend hinzu, dass nicht alle Studierenden an den Sitzungen vor Sitzung 3 und zwischen den Sitzungen 3 und 11 anwesend waren. Es ist also unweigerlich von verschiedenen Hintergründen der Studierenden auszugehen, was eine valide Interpretation von Ergebnissen eines statistischen Tests erschwert und diesen nur wenig Aussagekraft verleiht. Um das Problem des Ziehens valider Schlüsse zu verdeutlichen, sind die Nutzungsarten in Zusammenhang mit den Aufgaben in Tabelle 36 dargestellt, dieses Mal aber nur mit Daten von Studierenden, von denen Videodaten zu allen drei Aufgaben ausgewertet werden konnten ($N = 9$ Studierende).

Tab. 36: Resultierend aus bereinigter Stichprobe mit $N = 9$ Studierenden, die die drei abgebildeten Aufgaben bearbeiten konnten: Anzahl und relative Anteile der Nutzungsarten der *Learning Progression*, die in den *Learning Progression*-Berichten zu den Videoaufzeichnungen in den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten und MoTS Ball/Stein identifiziert werden konnten

		LP $\rightarrow$ X	X $\rightarrow$ LP	Eigen
Aufgabe	Ball/Stein	45 (43 %)	25 (24 %)	34 (33 %)
	Schlitten	12 (32 %)	14 (37 %)	12 (32 %)
	Modifiziertes Transkript Ball/Stein	16 (20 %)	64 (78 %)	2 (2 %)

Wie sich in Tabelle 36 zeigt, scheinen sich die Effekte teilweise zu verändern, wenn bestimmte Studierende nicht mehr Teil der betrachteten Stichprobe sind. Während vorher in Tabelle 35 zur Aufgabe Ball/Stein noch mehr Nutzungsarten von X auf *Learning Progression* identifiziert werden konnten, ist jetzt das Gegenteil der Fall und es handelt sich mit ca. 24 %

um den geringsten Anteil in dieser Aufgabe. In der Aufgabe *Schlitten* ist diese Nutzungsart nun hingegen die, die am meisten identifiziert wurde. Allerdings sind die identifizierten Nutzungen so gering, dass hier kaum aussagekräftige Verteilungen abgebildet werden können. Dass *von X auf Learning Progression* in Aufgabe *modifiziertes Transkript Ball/ Stein* die am meisten identifizierte Nutzungsart ist, scheint sich in der Stichprobe ($N = 9$ Studierende) mit ca. 78 % eher zu verstärken.

Der beschriebene Effekt, dass sich die Nutzungsarten des Mappingprozesses bei Reduzierung der Stichprobe ändern, könnte damit zusammenhängen, dass beim Bereinigen der Stichprobe insbesondere alle Studierenden der Erweiterungserhebung aus der Stichprobe herausfallen. Diese scheinen beim Diagnostizieren vor allem von den Daten oder anderen Komponenten *auf die Learning Progression* zu gehen. Dieser Umstand deutet u. a. darauf hin, dass ggf. leistungstärkere Studierende eher *von X auf Learning Progressions* gehen, da die Noten der Studierenden aus der Erweiterungserhebung in den biografischen Daten besser sind als die der Studierenden der Haupterhebung (vgl. Kap. 4.2.2). Da das Setting in den Sitzungen 3 und 11 der Haupt- und der Erweiterungserhebung quasi gleich sind, wird nicht davon ausgegangen, dass der Effekt in der Art des Erhebens der Daten oder in der Gestaltung der Aufgaben liegt. Gleichzeitig könnte es sich zusätzlich um einen Hinweis handeln, dass sich unter den Studierenden verschiedene Profile herausbilden und es bestimmte Studierende gibt, die eher die eine der beiden Nutzungsarten des Mappingprozesses anstatt der anderen ausführen. Individuellen Profilen wird in dieser Arbeit nicht mehr weiter nachgegangen, für zukünftige Untersuchungen könnte dies aber eine Rolle spielen.

Auf Grund der in den vorherigen Absätzen diskutierten Punkte (1-3)⁵⁴ zwei Seiten vorher und den starken Unterschieden beim Vergleich nach dem Bereinigen der Stichprobe, wird auf einen statistischen Test verzichtet. Die Interpretationen der Ergebnisse sind somit statistisch nicht abgesichert und sollten auch dementsprechend betrachtet werden. In einer anschließenden Studie sollte mit einer konsistenteren Anwesenheit der Studierenden gearbeitet werden, um einerseits die Effekte erneut und ggf. besser untersuchen zu können und andererseits auch, um statistische Effekte besser berechnen und einschätzen zu können. Die dargestellten Ergebnisse sollten außerdem unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, dass zwar das Verfahren für das Erstellen der Learning Progression-Berichte und das Identifizieren der Mappingprozesse gemeinsam mit anderen Wissenschaftler*innen erarbeitet wurde (vgl. Kap. 4.3.2), die Berichte aber nicht durch andere Personen überprüft oder zur Qualitätssicherung ähnlich wie bei einem Intercoderverfahren von anderen Personen reproduziert wurden. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Auswertung zwingend mit großen Fehlern behaftet sein muss. Dies gilt auch für die folgenden Abschnitte, die sich auf die Ergebnisse aus den Learning Progression-Berichten beziehen.

⁵⁴ 1) Es gibt mehr explizite Hinweise auf *Learning Progressions* in der Aufgabe *MoTS Ball/ Stein*. 2) Studierende rekurren direkt von der *Learning Progression* auf ihre Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen aufgrund von mehr Erfahrung mit *Learning Progressions* in Sitzung 11. 3) Die Studierenden benennen mehr eigene Komponenten in Sitzung 3, da sie noch wenig Erfahrung mit *Learning Progressions* haben.

5.4.5 Nutzungsarten der Studierenden: Fachliche Themenbereiche

Mit den qualitativen Analysen wurde genauer analysiert, welche Themenbereiche der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* die Studierenden in ihren Diagnoseprozessen nutzen. Dabei konnten sie auf die fachlichen Themenbereiche *Kraft*, *Bewegung* und den *Zusammenhang Kraft-Bewegung* zurückgreifen. Im Folgenden werden die von den Studierenden genutzten Themenbereiche in Zusammenhang mit den bearbeiteten Aufgaben diskutiert. Die identifizierten Themenbereiche sind in Tabelle 37 für die einzelnen Studierenden pro Aufgabe abgebildet. Sie sind darin nur mit den Anfangsbuchstaben der Themenbereiche abgekürzt K (Kraft), K-B (Zusammenhang Kraft-Bewegung) und B (Bewegung). Ist ein Themenbereich im Diagnoseprozess der Studierenden in der jeweiligen Aufgabe mindestens einmal identifiziert worden, gilt dieser als identifiziert und ist in der Tabelle dunkelgrau hinterlegt. Wie oft der jeweilige Themenbereich bei den einzelnen Studierenden identifiziert wurde, wird nicht berücksichtigt. So kann es beispielsweise sein, dass eine Person zehn Mal den Themenbereich *Kraft* thematisiert und eine andere Person nur zwei Mal. Für beide Personen würde dann notiert werden, dass sie in einer Analyse den Themenbereich *Kraft* thematisiert haben, die Anzahl ist dabei nicht ersichtlich. Wenn in der Diskussion der Befunde von der identifizierten Anzahl berichtet wird, bezieht sich dies immer auf die Summe der Studierenden, die zu einer bestimmten Aufgabe mindestens einmal den jeweiligen Themenbereich adressiert haben. Wurde der Themenbereich nicht adressiert, wird die Zelle hellgrau hinterlegt. Wenn Studierende nicht an der Aufgabe teilgenommen haben, bleiben die jeweiligen Zellen der Tabelle weiß. Am Ende der Tabelle sind für alle Themenbereiche pro Aufgabe die Gesamtsummen abgebildet – in dieser Summe ist ersichtlich, wie viele Studierende den jeweiligen Themenbereich mindestens einmal thematisiert haben. In den Zellen sind außerdem die Studierenden notiert, mit denen die Studierenden bei der jeweiligen Aufgabe zusammengearbeitet haben. Bis auf wenige Ausnahmen stehen Studierende, die zusammen die Aufgabe bearbeitet haben, auch immer übereinander. Für die Auswertung ist wichtig zu erwähnen, dass zustimmende Aussagen wie „ja“ oder „richtig“ ähnlich wie beim Kodieren der Videoaufzeichnungen nicht berücksichtigt wurden.

Tab. 37: Nutzung der fachlichen Themenbereiche der Learning Progression zu Kraft und Bewegung der einzelnen Studierenden in den drei Aufgaben mit den Hinterlegungen der einzelnen Zellen: identifiziert (dunkelgrau), nicht identifiziert (hellgrau), nicht bearbeitet (weiß)

Studierende	Aufgabe Ball/Stein			Aufgabe Schlitten			Aufgabe Modifiziertes Transkript Ball/Stein		
	K	K-B	B	K	K-B	B	K	K-B	B
BR11GE	IN17DA	IN17DA	IN17DA				IN17DA	IN17DA	IN17DA
IN17DA	BR11GE	BR11GE	BR11GE				BR11GE	BR11GE	BR11GE
AN01FR	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA	DO03MA
DO03MA	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR	AN01FR
HI29AS	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA	MO30DA
MO30DA	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS	HI29AS
IN30BA	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI	SI17DI
SI17DA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA	IN30BA
MA07LI	KA09BU	KA09BU	KA09BU	KA09BU	KA09BU	KA09BU			
KA09BU	MA07LI	MA07LI	MA07LI	MA07LI	MA07LI	MA07LI	AN09DA	AN09DA	AN09DA
AN09DA							KA09BU	KA09BU	KA09BU
HI07HA	LY26DI	LY26DI	LY26DI	LY26DI	LY26DI	LY26DI			
LY26DI	HI07HA	HI07HA	HI07HA	HI07HA	HI07HA	HI07HA			
KA17GI							GA20DI	GA20DI	GA20DI
GA20DI							KA17GI	KA17GI	KA17GI
WE13SA	FU26AL	FU26AL	FU26AL	FU26AL	FU26AL	FU26AL			
FU26AL	WE13SA	WE13SA	WE13SA	WE13SA	WE13SA	WE13SA			
GI26DA	HE26BI	HE26BI	HE26BI	HE26BI	HE26BI	HE26BI			
HE26BI	GI26DA	GI26DA	GI26DA	GI26DA	GI26DA	GI26DA			
SC20NI	OF22CH	OF22CH	OF22CH	OF22CH	OF22CH	OF22CH			
OF22CH	SC20NI	SC20NI	SC20NI	SC20NI	SC20NI	SC20NI			
FR30AN	LI07DO	LI07DO	LI07DO	LI07DO	LI07DO	LI07DO			
LI07DO	FR30AN	FR30AN	FR30AN	FR30AN	FR30AN	FR30AN			
Gesamt	19	19	6	7	14	4	10	8	3

Anmerkung: Studierende, die mit einer Person in einer Zeile der Tabelle zur Bearbeitung der Aufgabe jeweils eine Gruppe gebildet haben, sind in den dazu passenden Zellen in kleinerer Schriftgröße eingetragen.

Aus den dargestellten Befunden lässt sich in Summe für alle Studierenden deuten, dass diese in den Aufgaben hauptsächlich auf die Themenbereiche *Kraft* und den *Zusammenhang Kraft-Bewegung* eingehen. *Kraft* konnte in den jeweiligen Berichten insgesamt 36-mal identifiziert werden, der *Zusammenhang Kraft-Bewegung* wurde darin 41-mal identifiziert. Das bedeutet nicht, dass die Studierenden insgesamt 36- bzw. 41-mal den jeweiligen Themenbereich ansprechen, sondern lediglich, dass die Studierenden 36- bzw. 41-mal die Themenbereiche mindestens einmal bei einer Aufgabenbearbeitung thematisiert haben. Insgesamt haben 20 Studierende

die Aufgabe *Ball/Stein* bearbeitet, 18 Studierende haben die Aufgabe *Schlitten* bearbeitet und 12 Studierende haben die Aufgabe *MoTS Ball/Stein* bearbeitet. Insgesamt hätten die Themenbereiche also 50-mal identifiziert werden können. Vor diesem Hintergrund erscheinen diese Zahlen 36 und 41 für die identifizierten Themenbereiche *Kraft* und *Zusammenhang Kraft-Bewegung* relativ hoch. Jede Person hat mindestens einmal den *Zusammenhang Kraft-Bewegung* adressiert. Abgesehen von AN01DA haben alle anderen Studierenden auch den Themenbereich *Kraft* mindestens einmal adressiert. Der Themenbereich *Bewegung* wurde von den Studierenden hingegen wesentlich weniger (13-mal) adressiert. Allerdings lassen sich diese 13-mal auf zwölf Studierende in unterschiedlichen Aufgaben zurückführen. Individuelle Profile lassen sich u. a. deshalb nur schwer identifizieren. Es lässt sich lediglich aussagen, dass es Studierende gibt, die verteilt über die drei Aufgaben jeden Themenbereich mindestens einmal adressieren und Studierende, die dies nicht tun. Da die 13 identifizierten Themenbereiche *Bewegung* auf zwölf Studierende zurückzuführen sind, gibt es auch bis auf eine Person keine Studierenden, die diesen über mehrere Aufgaben hinweg adressieren und sich so mit einem besonderen Profil von anderen Studierenden abheben. Lediglich OF22CH adressiert *Bewegung* in *Ball/Stein* und *Schlitten*. Zu Aufgabe *Schlitten* fällt zudem auf, dass der Themenbereich *Kraft* von den Studierenden wesentlich weniger thematisiert wird als der Themenbereich *Zusammenhang Kraft-Bewegung*.

Die eingesetzten Vignetten bilden hauptsächlich das Verständnis von Schüler*innen zu *Kraft* und dem *Zusammenhang* zwischen Kraft und Bewegung ab. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die Studierenden auch diese beiden Themenbereiche hauptsächlich beim Analysieren der Vignetten adressieren. Dass in der Aufgabe *Schlitten* von den Studierenden weniger *Kraft* thematisiert wird, liegt eventuell daran, dass viele der Studierenden die Vignette dazu nur kurz analysieren. Außerdem äußert sich der Junge in der Vignette hauptsächlich zu dem *Zusammenhang* zwischen Kraft und Bewegung und zu *Bewegung* (bzw. Beschleunigung). Der Themenbereich *Bewegung* wurde von den Studierenden wahrscheinlich wesentlich weniger adressiert, da die Vignetten auch nur begrenzt Verständnisse von Schüler*innen abbilden, die damit in Verbindung gebracht werden können. Trotzdem wäre es möglich, auch Aspekte zu diesem Themenbereich in den Vignetten zu finden, wie u. a. die zwölf Studierenden zeigen, die dies auch gemacht haben. Bei den Studierenden, die alle Themenbereiche adressieren, könnte es sich um Studierende handeln, die generell umfassender diagnostizieren und das Potential der eingesetzten *Learning Progression* besser nutzen können. Im Zusammenhang mit anderen Faktoren, die bereits in diesem Kapitel diskutiert wurden (z. B. das Auftreten der Komponenten oder die Differenziertheit der *Learning Progression*-Nutzung), konnten allerdings keine Verbindungen bzw. Auffälligkeiten für die zwölf Studierenden festgestellt werden.

Für die dargestellten Befunde und Interpretationen ist kritisch anzumerken, dass die eingesetzten Vignetten, wie bereits mehrfach erwähnt, nur geringe Möglichkeiten bieten, auch alle drei Themenbereiche der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* beim Diagnostizieren einsetzen zu können, da der Bereich *Bewegung* damit kaum abgedeckt wird. Um besser beurteilen

zu können, ob die Studierenden ggf. Schwierigkeiten mit bestimmten Themenbereichen haben oder bestimmte Themenbereiche generell (vignettenunabhängig) bevorzugen, bräuchte es weitere Untersuchungen mit Vignetten, die alle Themenbereiche gleichermaßen abdecken. Es könnte auch sein, dass einige Studierende Schwierigkeiten mit dem Themenbereich *Bewegung* haben und deswegen die anderen beiden Themenbereiche bevorzugt adressieren. In einer Untersuchung, die ca. ein Jahr vor der Datenerhebung in einem Seminar stattfand, wurde das Verständnis der Studierenden zu *Kraft und Bewegung* mit dem *Force Concept Inventory*-Test erhoben (auf Deutsch in Mazur, 2017). Diese Erhebung fand vor Leistungsmessungen zum Themenfeld Mechanik statt, die mit Prüfungsleistungen im Studium der Studierenden einhergehen. Da der zeitliche Abstand der Untersuchung mit ca. einem Jahr zu der Datenerhebung für die Studie relativ groß ist, sind die Ergebnisse aus dem Test u. U. nicht prädiktiv für das Verständnis der Studierenden zum Erhebungszeitpunkt der Daten. Zu Anfang der Studie beantworteten die Studierenden in der ersten Sitzung des beforschten Seminars ebenfalls fachliche Fragen zu *Kraft und Bewegung*. Aus zeitlichen Gründen konnten sowohl die Ergebnisse des *Force Concept Inventory*-Tests als auch die Antworten auf die fachlichen Fragen für diese Studie nicht mehr berücksichtigt werden. Mindestens das Verständnis der Studierenden zum Themenfeld *Kraft und Bewegung* sollte in ähnlichen Studien oder ggf. in einer Anschlussstudie erhoben werden. Diese Erhebungen müssten mehrfach durchgeführt werden, da sich Verständnisse von Studierenden insbesondere beim Bearbeiten der *Learning Progression* auch permanent verändern könnten.

Wie bereits weiter vorne erwähnt, können die Ergebnisse, die mit Hilfe der Fallberichte generiert wurden, kritisch betrachtet werden, da eine Überprüfung durch andere Personen, wie z. B. eine Art Interoderübereinstimmung, nicht stattgefunden hat.

5.4.6 Nutzungsarten der Studierenden: Unangemessene Nutzungen

Mit dem Kategoriensystem wurde bereits durch Nebenkategorie 4 *Angemessenheit* erfasst, ob in den Analysen der Studierenden offensichtliche unangemessene Beobachtungen, Deutungen, Ursachen oder Konsequenzen zu finden waren. In keiner der analysierten Daten der Studierenden konnte eine solch offensichtlich unangemessene Äußerung identifiziert werden. Da auch in der Interoderübereinstimmung kein solcher Code vergeben wurde (vgl. Kap. 4.3.1), wird davon ausgegangen, dass es relativ unwahrscheinlich ist, dass offensichtlich unangemessene Analysen übersehen wurden. Mit Hilfe der Fallberichte wurden jedoch fünf unangemessene Äußerungen in Verbindung mit der *Learning Progression* zu *Kraft und Bewegung* identifiziert. Diese sind nicht offensichtlich unangemessen, sondern beinhalten insbesondere Formulierungen oder Aussagen, die auf Grund der Wortwahl oder Argumentationsstruktur im Kontext der Analysen unangemessen sind. Die fünf Äußerungen sind in Tabelle 38 aufgelistet und mit einer Erläuterung versehen, wieso sie als eher unangemessen eingestuft werden können. Die Aussagen sind darin wortwörtlich wiedergegeben, wenn sie in Anführungszeichen („“) stehen. Ansonsten sind die Aussagen durch den Autor paraphrasiert wiedergegeben worden.

Tab. 38: Unangemessene Aussagen von Studierenden, die in den Learning Progression-Berichten identifiziert wurden mit Erläuterung, was an den Aussagen unangemessen ist

Studierende*r: Unangemessene Aussage	Erläuterung
<u>AN01FR</u> : Die Schülerin muss etwas von Beschleunigung wissen, weil sie von Kräften gesprochen hat.	Nur weil eine Person etwas verbal zu Kräften äußert, bedeutet dies nicht, dass diese Person auch alle Konzepte beherrscht, die der Themenkomplex Kraft beinhaltet. Man kann über Kräfte sprechen, ohne etwas über Beschleunigung zu wissen.
<u>AN01FR</u> : Der Schüler hat verstanden, dass die Kraft schneller wird, wenn der Raketen-schlitten schneller wird.	Es wird suggeriert, dass Kräfte schneller werden können, was fachlich nicht angemessen ist. Gleichzeitig wird behauptet, dass der Schüler diesen Sachverhalt verstanden hat.
<u>DO03MA</u> : Der Schüler hat nicht verstanden, wie Kraft funktioniert.	Diese Äußerung wird der Komplexität des Gegenstandes nicht gerecht. Aus ihr kann nicht abgeleitet werden, was der Schüler zum Themenfeld Kraft verstanden hat und was er nicht verstanden hat.
<u>IN30BA</u> : IN30BA betont, dass die Schülerin verstanden hat, dass Kräfte nur bei Kontakt übertragen werden können.	Hier wird suggeriert, dass Kräfte übertragen werden können, was aus fachlicher Sicht nicht angemessen ist. Tatsächlich ist dies eine gut dokumentierte Schülervorstellung (Impetus).
<u>LI07DO</u> : „Mit der Schülerin darauf einigen, dass oben [im Umkehrpunkt eines hochgeworfenen Steins] keine Kraft wirkt, also während des Fluges.“	Diese Einigung mit der Schülerin ist fachlich nicht angemessen. Auf den Stein wirkt permanent die Gravitationskraft.

Da lediglich fünf unangemessenen Äußerungen identifiziert wurden, lässt sich deuten, dass die Studierenden eher angemessen analysieren, wenn sie Themen der *Learning Progression zu Kraft und Bewegung* thematisieren. Die fünf als unangemessen eingestuften Äußerungen decken verschiedene Aspekte von Unangemessenheit ab. Die zweite Aussage von AN01FR, die Aussage von IN30BA und die Aussage von LI07DO beinhalten ein fachlich unangemessenes Verständnis, das auch bei den Schüler*innen ein fachlich unangemessenes Verständnis hervorrufen könnte. Dabei einigen sich entweder die Studierenden auf das fachlich unangemessene Verständnis oder es wird vorgeschlagen, dieses Verständnis dem*der Schüler*in näher zu bringen. Die erste Aussage von AN01FR wurde als unangemessen eingestuft, weil davon ausgegangen wird, dass etwas Gesagtes auch verstanden wird. DO03MA thematisiert den fachlichen Sachverhalt zu unterkomplex. Zwar ist es für eine Diagnostik auch wichtig zu erörtern, was Schüler*innen nicht verstanden haben oder nicht können, aber mit der Aussage, dass Kraft nicht verstanden wurde, kann keine zielgerichtete Förderung angelegt werden, da nicht deutlich wird welcher Aspekt von Kraft nicht verstanden wurde. In den analysierten Aussagen der Studierenden konnten, abgesehen von der ersten Aussage von AN01FR, keine spekulativen Deutungen gefunden werden, von denen v. Aufschnaiter und

Alonzo (2018) im Zuge der Nutzung der *Learning Progression* berichten (S. 125). Dieser Befund kann vor dem Hintergrund kritisch betrachtet werden, dass die Einschätzung, ob eine Äußerung angemessen oder unangemessen ist, ausschließlich von dem Autor getroffen und nicht von einer weiteren Person überprüft wurde.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der Studie wurde untersucht, wie Studierende des Lehramtes mit dem Fach Physik Aussagen und Verhalten von Schüler*innen zu Mechanik diagnostizieren. Dabei wurde genauer untersucht, welche Bezüge auf Theorie und empirische Befunde sich in den dabei identifizierten Komponenten finden lassen. Ein besonderer Fokus lag dabei auf Bezügen zu *Learning Progressions*. In diesem Kapitel werden zuerst die zentralen Ergebnisse der Studie orientiert an den drei Fragenkomplexen zusammengefasst dargestellt (Kap. 6.1). In Kapitel 6.2 werden die Einschränkungen der Studie diskutiert. Anschließend wird dargestellt, welche Perspektiven sich daraus für die universitäre Lehrerbildung (Kap. 6.3) sowie für die Forschung (Kap. 6.4) ableiten.

6.1 Zentrale Ergebnisse der Studie

In Kapitel 6.1.1 wird auf die Komponenten des Diagnoseprozesses eingegangen. Danach werden die Ergebnisse zu den Theorie- und Empiriebezügen allgemein dargestellt (Kap. 6.1.2). In Kapitel 6.1.3 sind die zusammengefassten Ergebnisse zu den *Learning Progressions* als spezifisch untersuchter Theorie-/Empiriebezug zu finden.

6.1.1 Fragenkomplex 1: Komponenten des Diagnoseprozesses

Der für diese Arbeit konzeptualisierte Diagnoseprozess gliedert sich in fünf Komponenten (vgl. Kap. 2.3.3). Davon wurden vier in den Analysen der Studierenden untersucht: *Beobachtung*, *Deutung*, *Ursache* und *Konsequenz*. Mit einer qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an die strukturierende qualitative Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) konnte in Videoaufzeichnungen, in denen Studierende Vignetten mit Schüler*innen und Schülerprodukten analysieren sowie in dazu entstandenen schriftlichen Aufzeichnungen, die vier Komponenten des Diagnoseprozesses identifiziert werden. In der Datenauswertung konnten für 17 Studierende von $N = 23$ Studierenden mindestens einmal jede der vier Komponenten identifiziert werden. Für drei der $N = 23$ Studierenden konnten lediglich keine *Konsequenzen* identifiziert werden. Ein Großteil der untersuchten Studierenden ist also in der Lage alle vier Komponenten zu bedienen, dies passiert jedoch nicht gleichmäßig. In der Studie konnten hauptsächlich *Deutungen* identifiziert werden. Insbesondere *Ursachen* und *Konsequenzen* konnten nur selten identifiziert werden. *Beobachtungen* werden von den Studierenden in den Videoaufzeichnungen mehr als *Ursachen* und *Konsequenzen* formuliert, jedoch wesentlich weniger als *Deutungen*. Eine unterschiedliche Verteilung ist zu erwarten, die *Ursachen* und *Konsequenzen* konnten jedoch weniger identifiziert werden als man erwarten würde. Das Auftreten der Komponenten scheint auch beim Bearbeiten der verschiedenen Aufgaben unterschiedlich zu sein. So haben Studierende keine *Konsequenzen* formuliert, wenn die Aufgabe explizit von ihnen verlangte dies nicht zu tun. Dass Studierende eher deuten und weniger beobachten, scheint auf den ersten Blick ein Kontrabefund zu anderen Studien zu sein, in denen Noviz*innen untersucht werden (u. a. van Es & Sherin, 2002; Plöger, Scholl & Seifert, 2015). Wie bereits in Beretz (2021) diskutiert, wo ein ähnlicher Befund wie in dieser Studie dokumentiert ist, könnte diese Diskrepanz darauf zurückzuführen sein, dass die untersuchten Studierenden sich im Rahmen

des Seminars so stark mit Diagnostik auseinandersetzen, dass diese nicht mehr im klassischen Sinne als Noviz*innen bezeichnet werden können.

Der Inhalt der Komponenten konnte in der Studie nur oberflächlich untersucht werden. Dabei wurde sich auf die Inhalte *Fokus* und *Kompetenzaspekte* konzentriert. In allen ausgewerteten Datenformaten (Videoaufzeichnung, schriftliche Aufzeichnung) und in allen Aufgaben, die die Studierenden bearbeiteten, zeigt sich, dass die *Schüler*innen* deutlich im Zentrum der Analysen der Studierenden stehen. Im beforschten Seminar steht das Verständnis von Schüler*innen im Mittelpunkt, auch die eingesetzten Vignetten zeigen größtenteils Schüler*innen oder deren bearbeitete Aufgaben. Es ist also nicht verwunderlich, dass die Studierenden sich auf die *Schüler*innen* konzentrieren. Auch bei den *Kompetenzaspekten* zeigt sich ein *Kompetenzaspekt* deutlich im Zentrum der Analysen: *Fachliche Kompetenz*. Betrachtet man alle identifizierten *Kompetenzaspekte*, sind davon in allen bearbeiteten Aufgaben unabhängig des Datenformats (Videoaufzeichnungen, schriftliche Aufzeichnungen), der Sozialform (Partner- und Einzelarbeit) oder den bearbeiteten Aufgaben über 90 % *fachliche Kompetenz*. Die Zentralität dieses Kompetenzaspektes könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Studierenden sich im beforschten Seminar prominent mit den fachlichen Inhalten zum Themenkomplex *Kraft und Bewegung* auseinandersetzen und so eine Art Fokussierung auf das fachlich Gelernte hervorgerufen wird. Außerdem beinhalten die eingesetzten Vignetten auch verschiedene fachliche Verständnisse der Schüler*innen. Eine gewisse Zentralität von fachlicher Kompetenz ist also zu erwarten.

6.1.2 Fragenkomplex 2: Theorie – und Empiriebezüge allgemein

Ein zentral untersuchter Inhalt der identifizierten Komponenten stellen Theorie- und Empiriebezüge dar. In der Untersuchung wurde den Komponenten, die durch den Kodiervorgang identifiziert wurden, ein Theorie-/Empiriebezug zugewiesen, sofern ein solcher vorhanden war. In der Datenauswertung zeigt sich, dass etwa die Hälfte der identifizierten Komponenten (ohne *Beobachtungen*) einen Theorie-/Empiriebezug aufweisen. Ein Großteil dieser identifizierten Bezüge sind *Learning Progressions* – in den Partnerarbeiten ca. 91 % aller identifizierter Theorie-/Empiriebezüge. Die ausgewerteten schriftlichen Einzelarbeiten heben sich insofern von den Partnerarbeiten ab, dass der Anteil der *Learning Progressions* von allen Theorie-/Empiriebezügen geringer ist und insbesondere in den schriftlichen Einzelarbeiten zur Aufgabe MoTS *Ball/Stein* zu einem großen Teil (ca. 73 %) *Konzeptualisierungsniveaus* als Theorie-/Empiriebezug identifiziert werden konnten. Aus der Auswertung der Daten lässt sich deuten, dass die Studierenden grundsätzlich in der Lage sind, sich beim Diagnostizieren auf die Theorie-/Empiriebezüge zu beziehen, welche Gegenstand der untersuchten Lehrveranstaltung sind. In der untersuchten Lehrveranstaltung werden Theorie-/Empiriebezüge (insbesondere *Learning Progressions*) prominent thematisiert und mit Instruktionen verknüpft. Bezüge auf die thematisierten Theorien und die thematisierten empirischen Befundlagen sind zu erwarten. Würden diese nicht identifiziert werden, wäre das ein Hinweis darauf, dass die eingesetzten Aufgaben für die Datenerhebung nicht nutzbar wären. Am Beispiel der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* konnte jedoch auch gezeigt werden,

dass keine bzw. wenige Bezüge auf *Learning Progressions* identifizierbar sind, wenn dieser Theorie-/Empiriebezug vorher nicht explizit thematisiert wird. Für die Lehrerbildung ergibt sich aus diesem Befund die Frage, inwiefern mit Theorie-/Empiriebezügen in Lehrveranstaltungen umgegangen werden sollte und welche Rolle explizite Hinweise auf bestimmte Theorie-/Empiriebezüge dabei spielen (vgl. Kap. 6.3).

Neben den Theorie-/Empiriebezügen wurde auch untersucht, auf was sich die Studierenden in ihren Analysen rückbeziehen. Beim Analysieren der Daten wurde in Aspekte unterschieden, die die Studierenden in der analysierten Situation finden (*situationsgebunden*), Aspekte, die sie verallgemeinert in den analysierten Daten vorfinden (*situationsübergreifend*) und in Aspekte, die außerhalb der analysierten Daten liegen (*extern*). Fast allen identifizierten Komponenten (ohne *Beobachtungen*) konnte ein Rückbezug zugewiesen werden. Hierbei zeigte sich, dass die Studierenden sich hauptsächlich auf Situationen in den Daten beziehen, die sie analysieren (*situationsgebundener Rückbezug*). Da die Studierenden bisher erst wenig Unterrichtserfahrung aus der Perspektive einer Lehrkraft sammeln konnten, ist zu erwarten, dass sie eher wenige *externe* Rückbezüge machen. Hinzu kommt, dass *situationsübergreifende* Rückbezüge kognitiv anspruchsvoll sind, da die Studierenden dafür ggf. mehrere Analysen miteinander in Relation setzen müssen. Es ist also erwartungsgemäß, dass in der Studie hauptsächlich situationsgebundene Rückbezüge identifiziert werden können.

6.1.3 Fragenkomplex 3: Learning Progressions

In den identifizierten Theorie-/Empiriebezügen wurden die identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions* genauer untersucht. Dabei wurden zuerst die Sub-Codes des Codes *Learning Progression* ausgewertet, um verschiedene Nutzungsarten der *Learning Progression* identifizieren zu können. Die Sub-Codes decken implizite Bezüge (*Bezug denkbar*) und explizite Bezüge auf die *Learning Progression* ab (*Nennung*, *Zuweisung Ebene*, *Verteilte Ebene*). Die Bezüge der Studierenden auf die *Learning Progression* sind hauptsächlich implizit (*Bezug denkbar*). In den schriftlichen Aufzeichnungen wurden anteilig mehr implizite Bezüge (*Bezug denkbar*) identifiziert als in den Videoaufzeichnungen. Hier heben sich insbesondere die schriftlichen Einzelarbeiten noch einmal ab, in denen ca. 87 % der identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions* implizit (*Bezug denkbar*) waren. Gleichzeitig zeigt sich in den ausgewerteten Daten aber auch, dass eine starke Fokussierung auf *Learning Progressions* in den Aufgabenstellungen dazu beitragen kann, dass sich die Studierenden vermehrt explizit auf die *Learning Progression* beziehen. So konnten in der Aufgabe *MoTS Ball/Stein*, die mehr Hinweise auf *Learning Progressions* beinhaltet als die anderen Aufgaben, in den Partnerarbeiten hauptsächlich explizite Bezüge identifiziert werden. Auch hier stellt sich wieder die Frage, welche Rolle explizite Hinweise auf bestimmte Theorie-/Empiriebezüge in der Lehrerbildung spielen (vgl. Kap. 6.3). Beziehen sich die Studierenden explizit auf die *Learning Progression*, verorten sie das Verständnis der Schüler*innen meist in einer Ebene (*Zuweisung Ebene*). Explizite Nennungen der *Learning Progression* ohne eine Verortung in den Ebenen (*Nennung*) sind kaum identifiziert worden.

Die Befunde aus dem vorherigen Absatz sollten kritisch betrachtet werden, da die impliziten Bezüge (*Bezug denkbar*) durch den Autor zugewiesen wurden und auch die Möglichkeit besteht, dass die Studierenden sich nicht auf *Learning Progressions* beziehen. Für die Kodierung zu den Theorie-/Empiriebezügen und somit auch zu den Sub-Codes des Codes *Learning Progressions*, wurden gute Kappa-Werte in der InterCoderübereinstimmung berechnet. Die berechneten Kappa-Werte der Hauptkategorie H5 *Theorie-/Empiriebezüge* ist außerdem besonders aussagekräftig, da bei der Berechnung auch die Sub-Codes berücksichtigt wurden. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass auch das Erkennen eines *denkbaren Bezuges* als gut eingeschätzt werden kann.

Den identifizierten Nutzungsarten wurden im Kodierprozess Differenziertheiten zugewiesen. Hierbei wird unterschieden, ob die Bezüge auf die *Learning Progression dichotom*, *differenzierter* oder *ohne Differenziertheit* sind. Die impliziten Bezüge (*Bezug denkbar*) der Studierenden sind eher differenzierter, die expliziten Bezüge (*Nennung*, *Zuweisung Ebene*, *Verteilte Ebene*) sind eher dichotom. Insbesondere bei den impliziten Bezügen (*Bezug denkbar*) konnte jedoch oft keine Differenziertheit zugewiesen werden. Betrachtet man die Differenziertheit der identifizierten Bezüge auf die *Learning Progression* in Bezug auf die Aufgaben, die von den Studierenden bearbeitet wurden, zeigen sich Unterschiede in den Differenziertheiten für die verschiedenen Aufgaben. Insbesondere zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*, bei denen ein Diagnosebogen mit Leitfragen eingesetzt wurde, konnten hauptsächlich differenziertere Bezüge auf *Learning Progressions* identifiziert werden. Für die Lehrerbildung ergibt sich vor dem Hintergrund dieses Befundes erneut die Frage, wie Instruktionen Diagnoseprozesse beeinflussen – in diesem Fall spezifisch welche Aufgabenstellungen zu differenzierteren Analysen führen können (vgl. Kap. 6.3).

Aus den in der Arbeit dargestellten Befunden lässt sich deuten, dass verschiedene Umstände einen Einfluss auf die Differenziertheit der Nutzung der *Learning Progression* haben: 1) In den schriftlichen Aufzeichnungen werden eher *differenziertere* Bezüge aufgeschrieben. 2) Der Inhalt der Vignette kann dazu beitragen, ob die Bezüge dichotom oder differenzierter sind (z. B. eher dichotome Bezüge, wenn die Schüler*innen offensichtlich fachlich unangemessene Aussagen machen). 3) Eine starke Thematisierung des Charakters eines Niveaumodells vor der Bearbeitung der Aufgaben könnte zu einer *dichotomen Ebenenzuweisung* führen.

Betrachtet man die Differenziertheit aller identifizierten Komponenten, lässt sich deuten, dass die Komponenten mit Bezügen auf *Learning Progressions* in Relation differenzierter sind als Komponenten mit anderen Theorie-/Empiriebezügen und insbesondere differenzierter als Komponenten ohne Theorie-/Empiriebezug. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Studierende mit *Learning Progressions* differenzierter diagnostizieren als ohne oder, dass die intensive Auseinandersetzung mit *Learning Progressions* zu einer differenzierteren Nutzung führen kann (vgl. Kap. 6.3).

Neben den Nutzungsarten, die durch den Kodierprozess identifiziert werden konnten, wurden auch die Nutzungsarten des Mappings in den Learning Progression-Berichten analysiert.

Dabei wurde untersucht, ob die Studierenden bei den Bezügen auf die *Learning Progression* von der *Learning Progression* auf ihre Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen kommen ($LP \rightarrow X$) oder ob sie diese Komponenten bzw. die analysierten Daten der Schüler*innen in der *Learning Progression* verorten ($X \rightarrow LP$). Beim Analysieren der Daten wurde außerdem eine Nutzungsart identifiziert, bei der die Studierenden Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen formulieren, die zwar Inhalte der *Learning Progression* aufweisen, aber nicht zu den beiden anderen Nutzungsarten passen und eher daher rühren, dass die Studierende eigene Beobachtungen/Deutungen/Ursachen/Konsequenzen generieren. In den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* sind die drei Nutzungsarten des Mapping-Prozesses der Studierenden relativ gleich verteilt. Bei der Aufgabe MoTS *Ball/Stein* ist die Nutzungsart $X \rightarrow LP$ relativ häufig vertreten (ca. 70 %), wohingegen *eigene* Bezüge kaum identifiziert werden konnten (ca. 3 %). Dieser Befund könnte mit drei Möglichkeiten erklärt werden: 1) Die expliziten Hinweise auf *Learning Progressions* in Aufgabe MoTS *Ball/Stein* führen dazu, dass die Studierenden weniger *eigene* Schlussfolgerungen formulieren. 2) Die Studierenden haben zum Erhebungszeitpunkt zu Aufgabe MoTS *Ball/Stein* in Sitzung 11 bereits mehr Erfahrung mit der *Learning Progression* sammeln können und kennen diese bereits insofern, dass sie direkt von den Daten auf die *Learning Progression* gehen. 3) Die Studierenden haben zum Erhebungszeitpunkt der Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* noch wenig Erfahrung mit der *Learning Progression* und formulieren mehr eigene Beobachtungen/Ursachen/Deutungen/Konsequenzen mit Inhalten der *Learning Progression*.

Beim Auswerten der *Learning Progression*-Berichte wurde auch untersucht, welche fachlichen Themenbereiche der *Learning Progression* die Studierenden nutzen. In ihren Analysen beziehen sich die Studierenden hauptsächlich auf die Themenbereiche *Zusammenhang Kraft-Bewegung* und *Kraft*. Dass die Studierenden den Themenbereich *Bewegung* nutzen, konnte nur wenig identifiziert werden. Dies ist nicht verwunderlich, da die Schüler*innen in den Vignetten, die die Studierenden analysieren, hauptsächlich Verständnis zu *Kraft* und dem *Zusammenhang Kraft-Bewegung* äußern. Des Weiteren wurde mit Hilfe der *Learning Progression*-Berichte untersucht, ob die Studierenden die *Learning Progression* eher unangemessen nutzen. Dabei wurden lediglich fünf unangemessene Äußerungen identifiziert, die jedoch unterschiedlicher Natur sind. Die Befunde aus den Analysen der *Learning Progression*-Berichte sollten generell kritisch betrachtet werden, da die Berichte ausschließlich von dem Autor analysiert wurden und es keine Überprüfung durch andere Personen gab.

6.2 Einschränkungen der Studie

(1) Die inkonsistente Datenlage erschwert es, Studierende miteinander in Relation zu setzen oder Ergebnisse zu verschiedenen Erhebungszeitpunkten miteinander gut vergleichen zu können. Nur von wenigen Studierenden konnten in der Datenerhebung zu allen Erhebungszeitpunkten Daten aufgenommen werden. Dies hat verschiedene Gründe, die insbesondere in der Natur einer universitären Veranstaltung liegen (keine konsistente Anwesenheit und sich dadurch ändernde Gruppenkonstellationen). Durch die Erweiterungserhebung konnten

mehr Daten gewonnen werden, die insbesondere die Datenbasis zu den Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten* sowie MoTS *Ball/Stein* erweitern konnten. Dies ermöglicht aussagekräftigere Ergebnisse zu diesen Aufgaben. Einige der an der Studie teilnehmenden Studierenden waren auch an anderen Sitzungen der untersuchten Lehrveranstaltung nicht anwesend. Aus diesem Grund muss bei allen Studierenden von unterschiedlichen Hintergründen in Bezug auf Erfahrung und Wissen zu den in der Lehrveranstaltung thematisierten Inhalten ausgegangen werden. Auch dies erschwert Vergleiche zwischen den Studierenden und sollte berücksichtigt werden, wenn man die Ergebnisse betrachtet.

(2) Die Datenbasis der Studie basiert auf Daten von $N = 23$ Studierenden. Diese eher geringe Fallzahl schränkt die Aussagekraft und die Belastbarkeit der Ergebnisse ein. Es ist denkbar, dass mit einer anderen Studiengruppe die Ergebnisse anders ausfallen könnten. Die untersuchten Studierenden repräsentieren nur ca. 40 % der Teilnehmer*innen der Studie und einen noch geringeren Teil der Teilnehmer*innen des Seminars. Die untersuchten $N = 23$ Studierenden stellen außerdem, trotz einzelner Unterschiede in den erhobenen soziodemografischen Daten, eine relativ homogene Stichprobe dar (vgl. Kap. 4.2.2). Ein Unterschied zwischen den Studierenden, der jedoch kaum berücksichtigt werden kann, ist, dass die $N_E = 8$ Studierenden der Erweiterungserhebung im Fach Physik leistungstärker sind. In anderen Studien wurden zumindest mit einem ähnlichen theoretischen Hintergrund (insbesondere gleiche Konzeptualisierung des Diagnoseprozesses) und in Teilen mit ähnlichen Methoden auch ähnliche Ergebnisse erzielt (Beretz, 2021; Steffentorweihen & Theyßen, 2020). Dies macht die Ergebnisse der in dieser Arbeit dargestellten Studie zwar belastbarer und aussagekräftiger, aber es sollten weitere Untersuchungen zu Diagnoseprozessen von Studierenden durchgeführt werden, um die Ergebnisse der hier dargestellten Studie zu überprüfen. Dies gilt insbesondere für die Bezüge auf *Learning Progressions* und Theorie-/Empiriebezüge in Diagnoseprozessen von Studierenden allgemein, zu denen es bisher noch kaum Untersuchungen gibt.

(3) Die bearbeiteten Aufgaben ähneln sich zwar, unterscheiden sich jedoch in zu vielen Variablen, sodass ein Vergleich der Ergebnisse zu den verschiedenen Aufgaben erschwert wird. Die Ergebnisse sollten immer unter dem Gesichtspunkt diskutiert werden, dass die verschiedenen Aufgaben die Komponenten unterschiedlich von den Studierenden einfordern und auch die verschiedenen Theorie-/Empiriebezüge vor und während der Aufgabenbearbeitung auf unterschiedliche Weise in der Lehrveranstaltung thematisiert wurden. In Kapitel 5 wurde versucht die Einschränkungen bezüglich der Unterschiede der Aufgaben zu den jeweiligen Ergebnissen transparent darzustellen und vor deren Hintergrund zu diskutieren.

(4) In der Studie wurde ein hochkomplexes und hochinferentes Kategoriensystem eingesetzt, welches zusätzlich im Laufe der Untersuchung regelmäßig adaptiert wurde. Das Kodieren mit dem Kategoriensystem ist besonders anspruchsvoll und setzt eine intensive Auseinandersetzung mit dem Inhalt und der Struktur des Kategoriensystems voraus. Gleichzeitig ist insbesondere das Kodieren der Videoaufzeichnungen äußerst zeitintensiv. Im Rahmen der

Studie wurden Daten ausschließlich vom Autor kodiert. Es wurden keine weiteren Personen in der Kodierung mit dem Kodiermanual geschult, was die Objektivität schmälert. Lediglich für die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung wurde ein Auszug aus dem Datenmaterial von einer Kollegin kodiert – die Kollegin wurde dafür jedoch nicht ausführlich mit dem Kodiermanual trainiert. Da die Berechnungen der Kappa-Werte der Inter- und Intracoderübereinstimmung gute Werte ergeben und der Autor alle Daten kodiert hat, wird die Konsistenz des Kodierens als relativ hoch eingeschätzt.

(5) Neben den Ergebnissen der kategorialen Auswertung der Daten unterliegen auch die Ergebnisse der Auswertung der Learning Progression-Berichte Einschränkungen. Die Berichte wurden ausschließlich vom Autor erstellt und ausgewertet. Da eine Art Paraphrasierung beim Erstellen der Berichte stattfand und auch die Kodierung ausschließlich vom Autor durchgeführt wurde, wird erneut die Objektivität geschmälert. Aus zeitlichen Gründen fand auch keine Datenauswertung der Berichte durch andere Personen statt (um z. B. eine Art Interoderübereinstimmung berechnen zu können). Die Ergebnisse der Auswertungen der Learning Progression-Berichte sollten mit diesen Einschränkungen kritisch betrachtet werden.

(6) Schlussendlich wurde in der Studie auch nicht berücksichtigt, welches fachliche Verständnis die Studierenden zum Themenfeld *Kraft und Bewegung* bzw. zur Mechanik aufweisen. Dies ist kritisch zu betrachten, da Untersuchungen darauf hinweisen, dass fundiertes Fachwissen grundlegend für erfolgreiches Diagnostizieren ist (Rath, 2017; Hoppe et al., 2020). Die untersuchten Analysen der Studierenden könnten also auch maßgeblich von deren fachlichen Verständnis beeinflusst sein, was in der Studie jedoch nur wenig Beachtung findet. Ca. ein Jahr vor der Datenerhebung für die hier dargestellte Studie wurde im Rahmen eines fachdidaktischen Seminars mit dem *Force Concept Inventory*-Test (auf Deutsch in Mazur, 2017) das fachliche Wissen zu *Kraft und Bewegung* erhoben. Zu Anfang der Datenerhebung für die hier dargestellte Studie beantworteten die Studierenden außerdem fachliche Fragen zu *Kraft und Bewegung*. Aus zeitlichen Gründen konnten die Ergebnisse dieser Erhebungen nicht mehr bei der Auswertung berücksichtigt werden.

6.3 Perspektiven für die Lehrerbildung

Aus den dargestellten Ergebnissen der Studie ergeben sich unterschiedliche Hinweise und Fragestellungen für die universitäre Lehrerbildung. Die daraus abgeleiteten Konsequenzen für die Lehrerbildung werden im Folgenden sortiert nach den Fragenkomplexen der Studie dargestellt. Die Konsequenzen für Theorie-/Empiriebezüge und für *Learning Progressions* werden dabei in einem Unterkapitel dargestellt.

6.3.1 Komponenten des Diagnoseprozesses in der Lehrerbildung

In der Datenauswertung konnte festgestellt werden, dass die Studierenden trotz einer prominenten Darstellung der verschiedenen Komponenten in der Veranstaltung insbesondere

Ursachen und Konsequenzen relativ wenig berücksichtigen – auch dann, wenn sie aufgefordert sind diese in den Analysen zu berücksichtigen. Für einen gelingenden Diagnoseprozess ist jedoch wichtig, dass alle Komponenten durchlaufen werden, sofern dies möglich ist (vgl. *Durchlaufen aller Komponenten* in Kap. 2.4). Vor allem das Formulieren von *Konsequenzen* ist essenziell, um im Nachhinein eine Förderung anlegen zu können. Für die Lehrerbildung stellt sich deshalb insbesondere die Frage, wie der Aufbau von möglichen Konsequenzen in der Lehrerbildung implementiert werden kann. Ein erster Hinweis auf eine Möglichkeit Konsequenzen besser implementieren zu können, bieten die untersuchten Aufgaben *Ball/Stein* und *Schlitten*. Darin zeichnet sich u. a. ab, dass die Studierenden mit Hilfe der differenzierten und expliziten Fragestellungen im Diagnosebogen z. B. prozentual mehr Ursachen formulieren als in den anderen Aufgaben. Konsequenzen sollten nur optional bearbeitet werden, weshalb zu diesen keine klare Aussage gemacht werden kann. Eine explizite Fragestellung, die die Komponenten zu einem bestimmten Zeitpunkt in den Analysen einfordert, könnte dazu führen, dass Studierende zumindest versuchen, diese Komponenten im Diagnoseprozess zu berücksichtigen und die Studierenden langfristig ggf. auch ohne eine solche Fragestellung Ursachen und Konsequenzen formulieren. Einen weiteren Hinweis liefert die Bearbeitung der Aufgabe *Kreisbewegung*. Die Studierenden formulieren hier zumindest prozentual etwas mehr Konsequenzen als zu den anderen Aufgaben. In der Aufgabe *Kreisbewegung* analysieren die Studierenden einen kompletten Unterricht inklusive Instruktionen. Außerdem sollten sie im Vorfeld selbst einen Unterricht entwerfen. Wenn sich die Studierenden parallel auch mit Instruktionen auseinandersetzen, könnte dies zur Folge haben, dass auch das Bewusstsein für Konsequenzen gesteigert wird. Das Thematisieren von Instruktionen sollte in der Lehrerbildung im Zusammenhang mit Diagnostik gut überlegt eingesetzt werden, da auch denkbar ist, dass es den Fokus zu stark von dem Verständnis der Schüler*innen auf die Instruktionen lenken könnte. Das Befassen mit Instruktionen in Verbindung mit Konsequenzen könnte sich aus diesem Grund ggf. eher für die zweite Phase der Lehrerbildung anbieten.

Im Rahmen der Untersuchung konnte außerdem gezeigt werden, dass die identifizierten Bezüge auf *Learning Progressions* im Rahmen des eingesetzten Diagnosebogens hauptsächlich *differenzierter* waren. Explizite Leitfragen zu den Komponenten könnten in der Lehrerbildung also auch dazu führen, dass die Studierenden die Komponenten nicht nur im Diagnoseprozess berücksichtigen, sondern insbesondere auch *differenzierter* bedienen.

In dem untersuchten Seminar konnte generell beobachtet werden, dass die Studierenden in der Lage sind alle vier Komponenten zu realisieren. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die prominente Darstellung der Diagnosearten und der Komponenten des Diagnoseprozesses bereits dazu beitragen könnten, dass ein Kompetenzaufbau bei den Studierenden stattfindet. Im Zusammenhang mit den Überlegungen aus den beiden vorherigen Absätzen zu den expliziten Leitfragen wird geschlussfolgert, dass in der Lehrerbildung explizite Hinweise auf die Komponenten einen Beitrag dazu leisten können, dass die Studierenden ein Bewusstsein für die verschiedenen Komponenten entwickeln, diese im Diagnoseprozess auch bedienen und bei einer differenzierten Anleitung auch differenzierter diagnostizieren.

6.3.2 Theorie – und Empiriebezüge in der Lehrerbildung

In der untersuchten Lehrveranstaltung werden verschiedene Theorie-/Empiriebezüge durch die Dozentin, durch Aufgabenstellungen und explizite Instruktionen thematisiert. Dieser explizite Ansatz scheint in der Lehrerbildung fruchtbar zu sein. *Learning Progressions* bilden in den untersuchten Sitzungen (3, 11, 13, Einzelsitzung im Sommersemester) den prominentesten Theorie-/Empiriebezug ab. Sie werden im Vorfeld der Aufgabenbearbeitungen oft durch Instruktionen oder durch kurze Vorträge der Dozentin thematisiert. Zu den Aufgaben in diesen Sitzungen konnte in einem relativ großen Teil der identifizierten Komponenten *Learning Progressions* als Theorie-/Empiriebezug identifiziert werden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass in der Lehrerbildung eine langfristige und starke Auseinandersetzung mit Theorie-/Empiriebezügen das Bewusstsein und auch die Nutzung von Theorie und empirischen Befunden im Diagnoseprozess fördern kann.

Betrachtet man das Auftreten der Bezüge auf *Learning Progressions* in den ausgewerteten Daten, wird deutlich, dass insbesondere explizite Hinweise auf diesen Theorie-/Empiriebezug im Vorfeld einer Analyse der Studierenden unterstützend sein können. Z. B. wurde sich in der Aufgabe *MoTS Ball/Stein* vor dem Bearbeiten der Aufgabe in Partnerarbeit intensiv mit *Learning Progressions* auseinandergesetzt. In dieser Aufgabe konnten in den Komponenten besonders viele Bezüge auf *Learning Progressions* identifiziert werden. Zu Aufgaben, in denen es keine Hinweise auf *Learning Progressions* gab, wurden in den Komponenten der Studierenden wesentlich weniger Bezüge auf *Learning Progressions* identifiziert. Lehrerbildung sollte sich die Frage stellen, wie sie mit Hinweisen auf Theorie-/Empiriebezügen umgeht, damit Studierende diese differenziert und sinnvoll in ihre Diagnoseprozesse implementieren können. Unter Berücksichtigung des sogenannten *trägen Wissens* nach Wahl (2002; s. a. Kap. 2.7) muss abgewogen werden, wie ein gezieltes Training für den Umgang mit *Learning Progressions* in Diagnoseprozessen aussehen sollte. Dabei verhärtet sich durch die hier präsentierten Ergebnisse, dass verstärkt explizite Hinweise für ein solches Training genutzt werden sollten. Für die Lehrerbildung muss dabei jedoch abgewogen werden, inwiefern Zeit in ein solches Training investiert wird, damit die Gestaltung von z. B. Lehrveranstaltungen ökonomisch sein kann. Beispielsweise ist in der beforschten Lehrveranstaltung zu erkennen, dass *Learning Progressions* zwar intensiv thematisiert werden – im übergreifenden Sinne also ein gezieltes Training stattfindet – in der letzten Sitzung der Datenerhebung (Sitzung 13, Aufgabe *Kreisbewegung*) aber kaum Theorie-/Empiriebezüge identifiziert werden können. Da sich jedoch zeigt, dass explizite Hinweise den Studierenden helfen Theorie-/Empiriebezüge zu adressieren, sollten diese in einem solchen Training auch beinhaltet sein.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse der hier dargestellten Studie, dass *Learning Progressions* generell oder die intensive Auseinandersetzung mit ihnen zu differenzierteren Analysen führen. Neben anderen Aspekten, die bereits in den Kapiteln 2.3.1 und 2.3.2 adressiert wurden, spricht dies insbesondere dafür, *Learning Progressions* in die Lehrerbildung zu implementieren. Vor allem in Deutschland scheinen *Learning Progressions* bisher jedoch kein großer Bestandteil

in der Lehrerbildung (und in der damit verbundenen Forschung dazu) zu sein. Werden Themen der *Learning Progression* in den Komponenten der Studierenden identifiziert, beziehen sich die Studierenden darauf meist implizit und dann auch eher differenzierter. Im Rahmen der Lehrerbildung sollte diskutiert werden, inwiefern explizite Bezüge auf Theorie-/Empiriebezüge von Bedeutung sind, wo doch insbesondere die impliziten Bezüge überwiegen und differenzierter sind.

6.4 Perspektiven für die Forschung

Im Rahmen der Untersuchung sind Aspekte aufgetreten, die nicht weiter berücksichtigt werden konnten. Teile davon wurden bereits in den Kapiteln 3 und 5 aufgezeigt und werden hier noch einmal in Ansätzen dargestellt.

Inhalte der Komponenten

Die Inhalte der identifizierten Komponenten konnten in der hier dargestellten Studie nur oberflächlich untersucht werden. Dabei handelt es sich jedoch um einen Aspekt, der für das Untersuchen von Diagnoseprozessen von zentralem Interesse ist und in weiteren Studien berücksichtigt werden sollte. Bereits im Vorfeld der Studie wurden zum Inhalt der Komponenten zwei weitere Forschungsfragen formuliert.

F1.2.1 Folgen die Diagnoseprozesse der Studierenden einem inhaltlichen roten Faden oder zerfallen sie in einzelne, unverbundene Teilaspekte (z. B. Diskussionen von Deutungen losgelöst von zuvor oder danach geäußerten Beobachtungen)?

F1.2.2 Inwiefern entwickelt sich die inhaltliche Kohärenz der Diagnoseprozesse im Laufe der Zeit?

Für beide Forschungsfragen ist es zentral, dass zuerst analysiert wird, was die Studierenden inhaltlich in den einzelnen Komponenten thematisieren. Dies könnte z. B. mit Hilfe eines induktiven Kodiervorgangs geschehen, indem in einzelnen Komponenten inhaltliche Themen herausgearbeitet werden. Für eine genauere Analyse könnten jedoch auch die einzelnen Beiträge der Studierenden paraphrasiert und so der Inhalt dargestellt werden. Weiterhin sollte in einer Anschlussstudie, in der F1.2.1 und F1.2.2 untersucht werden sollen, herauspräpariert werden, welche Komponenten inhaltlich miteinander zusammenhängen. Dazu muss beispielsweise identifiziert werden, welche Beobachtungen eine Deutung stützen. Inhaltliche Verbindungen und Abfolgen von Komponenten wurden bereits von Beretz (2021, S. 158-166) untersucht. Das dabei genutzte methodische Vorgehen könnte weiter ausgeschärft werden, um in einer Anschlussstudie insbesondere das inhaltliche Verbinden der einzelnen Komponenten untersuchen zu können.

Im Sinne von Diagnostik und auch in Sinne der beforschten Lehrveranstaltung, fokussieren die Studierenden sich in der hier dargestellten Studie in den identifizierten Komponenten auf *Schüler*innen*. Es kann jedoch von besonderem Interesse sein, was die Studierenden inhaltlich

diskutieren, wenn sie einen anderen Fokus haben. In anschließenden Untersuchungen sollte diesen Inhalten weiter nachgegangen werden.

In den identifizierten Kompetenzaspekten ist insbesondere der Code *fachliche Kompetenz* vergeben worden. Damit lässt sich zwar die Aussage treffen, dass die Studierenden in den Komponenten hauptsächlich Inhalt zu *fachlicher Kompetenz* formulieren, allerdings ist *fachliche Kompetenz* ein Überbegriff für verschiedene Kompetenzaspekte. Dieser Begriff sollte zukünftig weiter ausdifferenziert werden. Dabei ist insbesondere von Interesse, ob die Studierenden fachmethodische Kompetenz ansprechen oder sich vermehrt auf fachinhaltliche Kompetenz konzentrieren.

Sub-Codes zu den Komponenten

Mit dem Kategoriensystem, das in dieser Untersuchung genutzt wurde, wird in vier Komponenten unterschieden: *Beobachtung*, *Deutung*, *Ursache*, *Konsequenz*. Die Komponenten *Deutung*, *Ursache* und *Konsequenz* sind im Kategoriensystem durch Sub-Codes jedoch noch einmal genauer ausdifferenziert (vgl. Kodiermanual in Anhang C). In der Studie konnten diese Sub-Codes nicht weiter berücksichtigt werden. Allerdings könnten gerade in den Sub-Codes der Komponenten interessante Informationen darüber stecken, wie Studierende diagnostizieren. Z. B. wurde der Sub-Code *Frage* des Codes *Deutung* hauptsächlich dann vergeben, wenn die Studierenden auch dazu aufgefordert wurden durch eine Frage mehr zum Verständnis der Schüler*innen zu erfahren. In den dargestellten Ergebnissen in Kapitel 5 ist eine solcher Beitrag jedoch lediglich als *Deutung* gekennzeichnet. Ähnliches gilt auch für die Sub-Codes von *Ursachen* und *Konsequenzen*. Gleichzeitig könnte es sein, dass sich aufgaben- oder personenspezifisch Profile herausbilden, sodass bestimmte Sub-Codes eher für bestimmte Personen oder bei der Bearbeitung bestimmter Aufgaben identifiziert werden können. In zukünftigen Untersuchungen sollte dem weiter nachgegangen werden.

Einsatz weiterer Erhebungsformate

In der Studie wurden einige Aspekte nicht untersucht, obwohl diese entweder einen Einfluss auf das Diagnostizieren der Studierenden haben könnten oder helfen könnten die Befunde besser einzuordnen. U. a. wurde nicht untersucht, was die Studierenden über Diagnostik wissen und wie ihre Einstellungen und Motivationen bezüglich des Diagnoseprozesses sind. Zwar wurde mit dem Code *Wertschätzung von Diagnostik* in Hauptkategorie 1 versucht zu untersuchen als wie nützlich (oder nicht nützlich) Studierende das Diagnostizieren oder die Theorie-/Empiriebezüge empfinden, dieser Code wurde jedoch kaum vergeben und insbesondere nicht ausgewertet. Auch beim Untersuchen der Bezüge auf *Learning Progressions* wurde vom Autor eingeschätzt, ob sich die Studierenden implizit auf diese beziehen. Mit weiteren Erhebungsformaten könnte erörtert werden, was die Studierenden zu diesen Aspekten denken. Hierfür würden sich z. B. Interviews mit den Studierenden anbieten. Auch eine Form des *lauten Denkens* beim Bearbeiten der Aufgaben wäre möglich. In zukünftigen Untersuchungen sollten diese Aspekte berücksichtigt werden.

Ausschärfung der Konzeptualisierung qualitativ hochwertiger Diagnostik

Mit dem Untersuchen von Differenziertheit und von Theorie-/Empiriebezügen wurde versucht in der Untersuchung Qualitätsaspekte von Diagnostik zu berücksichtigen. Bisher ist in der Forschung noch relativ unklar, was qualitativ hochwertige Diagnostik ausmacht. Mögliche Qualitätskriterien wurden in Kap. 2.4 bereits thematisiert. Im Rahmen der Studie wurde auch noch der Qualitätsaspekt *kompetenzorientiertes Diagnostizieren* untersucht (Nebenkategorie N3 *Orientierung*), jedoch nicht weiter ausgewertet. Um in Zukunft Qualität von Diagnostik besser untersuchen zu können, ist ein (bestmöglich empirisch abgesichertes) Modell von Qualitätskriterien zu Diagnostik nötig. Dabei sollte beachtet werden, dass die Qualitätskriterien nicht dichotom in *hohe* und *niedrige Qualität* unterschieden werden, sondern auch abgestuft in der Art eines Niveaumodells formuliert werden können. Z. B. ist denkbar, dass Differenziertheit nicht nur durch *differenziert* und *undifferenziert* bzw. *dichotom* abgebildet werden kann, sondern abgestuft viele Differenziertheiten denkbar sind.

Literaturverzeichnis

- 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: Waxmann.
- Alonzo, A. C. (2012). Learning progressions: Significant promise, significant challenge. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 95–109.
- Alonzo, A. C. (2018). An argument for formative assessment with science learning progressions. *Applied Measurement in Education*, 31(2), 104–112.
- 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(7), 470–473.
- Alonzo, A. C. & Elby, A. (2019). Beyond empirical adequacy: Learning progressions as models and their value for teachers. *Cognition and Instruction*, 2(1), 1–37.
- Alonzo, A. C., Kobarg, M. & Seidel, T. (2012). Pedagogical content knowledge as reflected in teacher-student interactions: Analysis of two video cases. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(10), 1211–1239.
- Alonzo, A. C. & Steedle, J. T. (2009). Developing and assessing a force and motion learning progression. *Science Education*, 93(3), 389–421.
- Aufschnaiter, C. v. & Alonzo, A. C. (2018). Foundations of formative assessment: Introducing a learning progression to guide preservice physics teachers' video-based interpretation of student thinking. *Applied Measurement in Education*, 31(2), 113–127.
- Aufschnaiter, C. v. & Aufschnaiter, S. v. (2001). Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht: Was fachdidaktische Lernprozess-Forschung zu der Entwicklung von Aufgaben beitragen kann. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 54(7), 409–416.
- Aufschnaiter, C. v., Cappell, J., Dübbele, 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., Münster, C. & Beretz, A.-K. (2018). Zielgerichtet und differenziert diagnostizieren. *MNU-Journal*, 71(6), 382–387.
- Aufschnaiter, C. v. & Rogge, C. (2010). Wie lassen sich Verläufe der Entwicklung von Kompetenzen 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 Förderkompetenzen - 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. 85–105). Münster, New York: Waxmann.
- Aufschnaiter, C. v., Theyßen, H. & Krabbe, H. (2020). Diagnostik und Leistungsbeurteilung im Unterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik | Grundlagen* (S. 529–571). Berlin: Springer.

- Aufschnaiter, S. v. & Welzel, M. (2001). Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen: Eine Einführung. In S. v. Aufschnaiter & M. Welzel (Hrsg.), *Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen: Aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung* (S. 7–15). Münster: Waxmann.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Münster: Waxmann.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502–513.
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühweiler, C., Müller, P., . . . Vogt, F. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz: Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungssteuernden Lehrerwissens. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Bd. 63*. Münster: Waxmann.
- Bennett, R. E. (2011). Formative assessment: a critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5–25.
- Beretz, A.-K. (2021). *Diagnostische Prozesse von Studierenden des Lehramts: Eine Videostudie in den Fächern Physik und Mathematik. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd 313*. Berlin: Logos-Verlag.
- Beretz, A.-K., Lengnink, K. & Aufschnaiter, C. v. (2017). Diagnostische Kompetenz gezielt fördern – Videoeinsatz im Lehramtsstudium Mathematik und Physik. In C. Selter, S. Hußmann, C. Höble, C. Knipping, K. Lengnink, & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen: Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 149–168). Münster, New York: Waxmann.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74.
- Black, P. & Wiliam, 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.
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 41(3), 687–699.
- Brunner, M., Anders, Y., Hachfeld, A. & Krauss, S. (2011). Diagnostische Fähigkeiten von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 215–234). Münster: Waxmann.
- Brunner, M., Stanat, P. & Pant, H. A. (2014). Diagnostik und Evaluation. In T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.), *Psychologie 2014. Pädagogische Psychologie* (6. Aufl., S. 483–515). Weinheim: Beltz.
- Carlson, J. & Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Hrsg.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (S. 77–92). Singapur: Springer.

- Cappell, J. (2013). *Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 146*. Berlin: Logos-Verlag.
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A. & van Driel, J. H. (2020). Teacher noticing in science education: Do you see what I see? *Studies in Science Education*, 6(1), 1–44.
- Covitt, B. A., Gunckel, K. L., Caplan, B. & Syswerda, S. (2018). Teachers' use of learning progression-based formative assessment in water instruction. *Applied Measurement in Education*, 31(2), 128–142.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dolin, J., Black, P., Harlen, W. & Tiberghien, A. (2018). Exploring relations between formative and summative assessment. In J. Dolin & R. Evans (Hrsg.), *Contributions from science education research: Bd. 4. Transforming assessment: Through an interplay between practice, research and policy* (S. 53–80). Cham: Springer.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2016). Assessing students' experimentation processes in guided inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 29–54.
- Esslinger-Hinz, I. & Sliwka, A. (2011). *Schulpädagogik*. Weinheim: Beltz.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS: (and sex and drugs and rock 'n' roll)* (3. Aufl.). Los Angeles: SAGE
- Fischer, H. E. & Neumann, K. (2012). Video analysis as a tool for understanding science instruction. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science education research and practice in europe* (S. 115–139). Rotterdam: Sense Publishers.
- Furtak, E. M. (2012). Linking a learning progression for natural selection to teachers' enactment of formative assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1181–1210.
- Furtak, E. M. & Heredia, S. C. (2014). Exploring the influence of learning progressions in two teacher communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(8), 982–1020.
- Furtak, E. M., Kiemer, K., Circi, R. K., Swanson, R., de León, V., Morrison, D. & Heredia, S. C. (2016). Teachers' formative assessment abilities and their relationship to student learning: Findings from a four-year intervention study. *Instructional Science*, 44(3), 267–291.
- Furtak, E. M., Morrison, D. & Kroog, H. (2014). Investigating the link between learning progressions and classroom assessment. *Science Education*, 98(4), 640–673.
- Furtak, E. M., Thompson, J., Braaten, M. & Windschitl, M. (2012). Learning progressions to support ambitious practices. In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Hrsg.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions* (S. 405–434). Rotterdam: Sense Publishers.
- Glogger-Frey, I. & Herppich, S. (2017). Formative Diagnostik als Teilaspekt diagnostischer Kompetenz. In A. Südkamp & A.-K. Praetorius (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Band 94. Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften: Theoretische und methodische Weiterentwicklungen* (S. 42–46). Münster, New York: Waxmann.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633.
- Gotwals, A. W. (2018). Where are we now? Learning progressions and formative assessment. *Applied Measurement in Education*, 31(2), 157–164.

- Gotwals, A. W. & Anderson, C. W. (2015). Learning Progressions. In R. Gunstone (Hrsg.), *Encyclopedia of Science Education* (S. 596–601). Dordrecht: Springer.
- Gotwals, A. W. & Birmingham, D. (2016). Eliciting, identifying, interpreting, and responding to students' ideas: Teacher candidates' growth in formative assessment practices. *Research in Science Education*, 46(3), 365–388.
- Gotwals, A. W., Philhower, J., Cisterna, D., & Bennett, S. (2015). Using video to examine formative assessment practices as measures of expertise for mathematics and science Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 405–423.
- Gotwals, A. W. & Songer, N. B. (2010). Reasoning up and down a food chain: Using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*, 94(2), 259–281.
- Gotwals, A. W. Songer, N. B. & Bullard, L. (2012). Assessing students' progressing abilities to construct scientific explanations. In A. C. Alonzo & A. W. Gotwals (Hrsg.), *Learning progressions in science: Current challenges and future directions* (S. 183–210). Rotterdam: Sense Publishers.
- Grehn, J. & Krause, J. (Hrsg.) (1998). *Metzler. Metzler Physik*. Braunschweig: Schroedel.
- Gutscher, A. (2018). *Kompetenzlisten und Lernhinweise zur Diagnose und Förderung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Hadenfeldt, J. C., Bernholt, S., Liu, X., Neumann, K. & Parchmann, I. (2013). Using ordered multiple-choice items to assess students' understanding of the structure and composition of matter. *Journal of Chemical Education*, 90(12), 1602–1608.
- Hascher, T. (2008). Diagnostische Kompetenz im Lehrberuf. In C. Kraler & M. Schratz (Hrsg.), *Wissen erwerben, Kompetenzen entwickeln: Modelle zur kompetenzorientierten Lehrerbildung* (S. 71–86). Münster: Waxmann.
- Hascher, T. (2009). Lernprozessdiagnostik als Schlüssel zur Begleitung individuellen Lernens. In S. Weyringer, S. Bernhard & O. Friedrich (Hrsg.), *ECHA-Österreich – ein Markenzeichen für Begabungsförderung und Schulentwicklung. Begabungskultur: Bd 7*. Wien: Lit.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Heinrichs, H. (2015). *Diagnostische Kompetenz von Mathematik-Lehramtsstudierenden*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts: Franz Emanuel Weinert gewidmet* (6. Aufl.). *Schule weiterentwickeln, Unterricht verbessern Orientierungsband*. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer.
- Helmke, A., Hosenfeld, I. & Schrader, F.-W. (2004). Vergleichsarbeiten als Instrument zur Verbesserung der Diagnosekompetenz von Lehrkräften. In R. Arnold & C. Gries (Hrsg.), *Schulleitung und Schulentwicklung: Voraussetzungen, Bedingungen, Erfahrungen* (S. 119–144). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Helmke, A. & Schrader, F.-W. (1987). Interactional effects of instructional quality and teacher judgement accuracy on achievement. *Teaching and Teacher Education*, 3(2), 91–98.
- Heritage, M., Kim, J., Vendlinski, T. & Herman, J. (2009). From evidence to action: A seamless process in formative assessment? *Educational Measurement: Issues and Practice*, 28(3), 24–31.
- Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik* (IPN Bd. 158). Kiel.

- Hoppe, T., Renkl, A. & Rieß, W. (2020). Förderung von unterrichtsbegleitendem Diagnostizieren von Schülervorstellungen durch Video- und Textvignetten. *Unterrichtswissenschaft*, 71(6), 573–597.
- 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.
- Ingenkamp, K. & Lissmann, U. (2008). *Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik* (6., neu ausgestattete Aufl.). *Pädagogik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L. C. & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202.
- Jäger, R. S. (2007). *Beobachten, beurteilen und fördern! Lehrbuch für die Aus-, Fort- und Weiterbildung. Erziehungswissenschaft: Bd. 21*. Landau: Verl. Empirische Pädagogik.
- Jäger, R. S. & Petermann, F. (1999). Einleitung. In R. S. Jäger & F. Petermann (Hrsg.), *Psychologische Diagnostik: Ein Lehrbuch* (4. Aufl., S. 11–13). Weinheim, Basel: Beltz.
- Jaspers, K. (2008). Einführung in den Kraftbegriff. Kraft als Ursache von Bewegungsänderungen erkennen lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19(108), 18–25.
- Jin, H., Shin, H., Johnson, M. E., Kim, J. & Anderson, C. W. (2015). Developing learning progression-based teacher knowledge measures. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(9), 1269–1295.
- 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.
- Kircher, E. & Girwidz, R. (2020). Ziele und Kompetenzen im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik | Grundlagen* (S. 79–115). Berlin: Springer.
- Kleinknecht, M. & Gröschner, A. (2016). Fostering preservice teachers' noticing with structured video feedback: Results of an online- and video-based intervention study. *Teaching and Teacher Education*, 59, 45–56.
- Konrad, K. (2010). Lautes Denken. In G. Mey & K. Muck (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (1. Aufl., S. 476–490). Wiesbaden: VS Verlag.
- 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. (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004*. München: Luchterhand.
- KMK. (2019a). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 16.05.2019*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
- KMK. (2019b). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 16.05.2019)*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
- KMK. (2020). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.

- Konrad, K. (2010). Lautes Denken. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie* (1. Aufl., S. 476–490). Wiesbaden: VS Verlag.
- Kost, D. (2020). *Reflexionsprozesse von Studierenden des Physiklehramtes* (Dissertation im Fachbereich 07 der Justus-Liebig-Universität Gießen). Justus-Liebig-Universität Gießen: Gießen. Abgerufen unter <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2020/15006/> [10.06.2021]
- 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: 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 Mathematik-Didaktik*, 29(3), 233–258.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Aufl.). *Grundlagentexte Methoden*. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Langfeldt, H.-P. (2006). *Psychologie für die Schule* (1. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2015). Learning progressions: The whole world is NOT a stage. *Science Education*, 99(3), 432–437.
- Leuders, T., Dörfler, T., Leuders, J. & Philipp, K. (2018). Diagnostic competence of mathematics teachers: Unpacking a complex construct. In T. Leuders, K. Philipp, & J. Leuders (Hrsg.), *Diagnostic competence of mathematics teachers* (Bd. 3, S. 3–31). Cham: Springer.
- Lyon, E. G. (2013). Learning to assess science in linguistically diverse classrooms: tracking growth in secondary science preservice teachers' assessment expertise. *Science Education*, 97(3), 442–467.
- Maier, U. (2010). Formative Assessment – Ein erfolgversprechendes Konzept zur Reform von Unterricht und Leistungsmessung? *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 13(2), 293–308.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). *Beltz Pädagogik*. Weinheim: Beltz.
- Mazur, E. (2017). Force Concept Inventory. In G. Kurz, U. Harten, & E. Mazur (Hrsg.), *Peer Instruction: Interaktive Lehre praktisch umgesetzt* (S. 59–72). Berlin: Springer Spektrum.
- Meschede, N. (2014). *Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht: Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung. Studien zum Physik- und Chemie-lernen: Bd 163*. Berlin: Logos-Verlag.
- Münster, C. & Aufschnaiter, C. v. (2019). Theoriebezüge von Lehramtsstudierenden beim Diagnostizieren. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 823–826). Regensburg: Universität Regensburg.
- Münster, C. & Aufschnaiter, C. v. (2020). Theoriebezüge in Diagnoseprozessen von Physiklehramtsstudierenden. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Gesellschaft von morgen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Wien 2019* (S. 928–931). Wien: Universität Duisburg-Essen.

- Neumann, K. (2020). Die Bedeutung instrukionaler Kohärenz für eine systematische Kompetenzentwicklung. *Unterrichtswissenschaft*, 48(1), 1–10.
- Neumann, K. & Hadenfeldt, J. C. (2012). Die Entwicklung von Verständnis im Umgang mit Materie. Abgerufen unter https://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/projekte/komp_entw_materie/Modell_Homepage.pdf [10.06.2021]
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J. & Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162–188.
- NRC (2007). *Taking science to school*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Nussbaum, J. (1985). The Earth as a cosmic book. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Hrsg.), *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Oser, F. (1997). Standards in der Lehrerbildung. Teil 1: Berufliche Kompetenzen, die hohen Qualitätsmerkmalen entsprechen. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 15(1), 26–37.
- Otero, V. K. (2006). Moving beyond the “get it or don’t” conception of formative assessment. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 247–255.
- Plöger, W., Scholl, D. & Seifert, A. (2015). Analysekompetenz – ein zweidimensionales Konstrukt?! *Unterrichtswissenschaft*, 43(2), 166–184.
- Praetorius, A.-K., Lipowsky, F. & Karst, K. (2012). Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften: Aktueller Forschungsstand, unterrichtspraktische Umsetzbarkeit und Bedeutung für den Unterricht. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.), *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 115–146). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Praetorius, A.-K. & Südkamp, A. (2017). Eine Einführung in das Thema der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften. In A. Südkamp & A.-K. Praetorius (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Bd. 94. Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften: Theoretische und methodische Weiterentwicklungen* (S. 13–18). Münster, New York: Waxmann.
- 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 & Klaas Macha (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen: Bd. 4. Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken* (S. 9–24). Münster: Waxmann.
- Rogalla, M. & Vogt, F. (2008). Förderung adaptiver Lehrkompetenz: Eine Interventionsstudie. *Unterrichtswissenschaft*, 36(1), 17–36.
- 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.
- Schäfer, S. & Seidel, T. (2015). Noticing and reasoning of teaching and learning components by pre-service teachers. *Journal for Educational Research Online*, 7(2), 34–58.
- Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 1–21). Berlin, Heidelberg: Springer.

- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (Hrsg.) (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schrader, F.-W. (2008). Diagnoseleistungen und diagnostische Kompetenzen von Lehrkräften. In W. Schneider & M. Hasselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Psychologie: Bd. 10. Handbuch der pädagogischen Psychologie* (S. 168–177). Göttingen: Hogrefe.
- Schrader, F.-W. (2009). Anmerkungen zum Themenschwerpunkt Diagnostische Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(3-4), 237–245.
- Schrader, F.-W. (2010). Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (4. Aufl., S. 102–108). Weinheim: Beltz.
- 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., & Helmke, A. (1987). Diagnostische Kompetenz von Lehrern: Komponenten und Wirkungen. *Empirische Pädagogik*, 1(1), 27–52.
- Schrader, F.-W. & Praetorius, A.-K. (2018). Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt & S. Buch (Hrsg.), *Beltz Psychologie 2018. Handwörterbuch pädagogische Psychologie* (5. überarbeitete und erweiterte Aufl., S. 92–98). Weinheim, Basel: Beltz.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Los Angeles, London, Neu Delhi, Singapur, Washington DC: SAGE.
- Schütze, B., Souvignier, E. & Hasselhorn, M. (2018). Stichwort – Formatives Assessment. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21, 697–715.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2008). Wie Lehrpersonen Unterricht wahrnehmen und einschätzen — Erfassung pädagogisch-psychologischer Kompetenzen mit Videosequenzen. In M. Prenzel, I. Gogolin & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 201–216). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Seidel, T. & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in pre-service teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739–771.
- 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.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman (Hrsg.), *Video research in the learning sciences* (S. 383–395). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R. & Philipp, R. A. (Hrsg.) (2011). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*.
- Sherin, M. G. & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20–37.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S. & Neumann, K. (2017). Die Modellierung und Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. In H. Fischler & E. Sumfleth (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 200*. (S. 21–37). Berlin: Logos Verlag.
- Spinath, B. (2005). Akkuratheit der Einschätzung von Schülermerkmalen durch Lehrer und das Konstrukt der diagnostischen Kompetenz. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 85–95.
- Stahnke, R., Schueler, S. & Roesken-Winter, B. (2016). Teachers' perception, interpretation, and decision-making: A systematic review of empirical mathematics education research. *ZDM Mathematics Education*, 48(1-2), 1–27.
- Statistisches Bundesamt. (2020). Bildung und Kultur: Studierende an Hochschulen. Fachserie 11 Reihe 4.1. Abgerufen unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/studierende-hochschulen-endg-2110410207004.pdf?__blob=publicationFile [10.06.2021]
- Steedle, J. T. & Shavelson, R. J. (2009). Supporting valid interpretations of learning progression level diagnoses. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 699–715.
- Steffendorfer, B. & Theyßen, H. (2020). Entwicklung diagnostischer Fähigkeiten im Theorie-Praxis-Bezug. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenz in der Gesellschaft von morgen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Wien 2019* (S. 936–939).
- Stevens, S. Y., Delgado, C. & Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687–715.
- Südkamp, A., Kaiser, J. & Möller, J. (2012). Accuracy of teachers' judgments of students' academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 743–762.
- 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*, 24(2), 244–276.
- van Ophuysen, S. & Lintorf, K. (2013). Pädagogische Diagnostik im Schulalltag. In S.-I. Beutel, W. Bos & R. Porsch (Hrsg.), *Lernen in Vielfalt: Chance und Herausforderung für Schul- und Unterrichtsentwicklung* (1. Aufl., S. 55–76). Münster: Waxmann.
- VERBI GmbH. (2020). MAXQDA 2020 (Version 20.1.1) [Computer software]. Berlin: VERBI GmbH. Verfügbar unter <https://www.maxqda.de>
- Vorholzer, S. V. (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.
- Wahl, D. (2001). Nachhaltige Wege vom Wissen zum Handeln. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 19(2), 157–174.
- Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik*, 48(2), 227–241.

- Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft - Ansprüche an das Lernen in der Schule. *Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz*, (2), 1–16.
- Weinert, F. E. (2014). Vergleichende Leistungsmessung in Schule - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (3. Aufl., S. 17–31). Weinheim, Basel: Beltz.
- Wikipedia (2019). Zentripetalkraft. Abgerufen unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Zentripetalkraft> [05.01.2019]
- Wilhelm, O. & Kunina, O. (2009). Pädagogisch-psychologische Diagnostik. In E. Wild (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 307–331).
- Wirtz, M. A. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe.
- Zhai, X., Li, M. & Guo, Y. (2018). Teachers' use of learning progression-based formative assessment to inform teachers' instructional adjustment: A case study of two physics teachers' instruction. *International Journal of Science Education*, 1, 1–25.
- Zimmermann, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich & M. Zeidner (Hrsg.), *Handbook of self-regulation* (S. 13–35). San Diego: Academic Press.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: 9-Schritte-Modell der Lernprozessdiagnostik nach Hascher (2009, S. 5).....	24
Abb. 2: Prozessmodell der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften nach Klug et al. (2013, S. 39)	25
Abb. 3: Prozessmodell der fehlerdiagnostischen Kompetenz in Anlehnung an Heinrichs (2015, S. 66)	26
Abb. 4: Komponenten eines Diagnoseprozesses vor dem Hintergrund von Theorie- und Empiriebezügen in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2018)	27
Abb. 5: Erträge aus Theorie- und Empiriebezügen im Diagnoseprozess in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2018) bzw. Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929)	38
Abb. 6: Das Modell der professionellen Handlungskompetenz bestehend aus Überzeugungen/Wertehaltungen/Zielen, motivationalen Orientierungen, Selbstregulation und Professionswissen mit genauerer Darstellung des Professionswissens aus verschiedenen Kompetenzbereichen mit Kompetenzfacetten in Anlehnung an Baumert & Kunter (2006; 2011)	44
Abb. 7: Verortung der diagnostischen Kompetenz im COACTIV-Modell als eigenständige Kompetenzfacette des PCK in Anlehnung an Krauss et al. (2004, S. 35)	46
Abb. 8: Verortung der diagnostischen Fähigkeiten im COACTIV-Modell als Teil von PCK und PK in Anlehnung an Brunner et al. (2011, S. 217).....	47
Abb. 9: Kompetenz 7 im Kompetenzbereich Beurteilen der Standards für die Lehrerbildung der KMK (2019b, S. 11)	49
Abb. 10: Modell der diagnostischen Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften (Cappell, 2013, S. 27).....	50
Abb. 11: Kompetenz als Kontinuum modelliert (Blömeke et al., 2015, S. 7).....	52
Abb. 12: Diagnostische Kompetenz in Anlehnung an Leuders et al. (2018, S. 9)	53
Abb. 13: Verortung der Komponenten des Formativen Assessment im Diagnoseprozess in Anlehnung an Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929).....	58
Abb. 14: Verortung der Komponenten des Noticing im Diagnoseprozess in Anlehnung an Münster & v. Aufschnaiter (2020, S. 929).....	64
Abb. 15: Raum 1: Kamera- und Platzanordnung (links) sowie exemplarischer Ausschnitt aus den Videoaufzeichnungen (rechts).....	87
Abb. 16: Raum 2: Kamera- und Platzanordnung (links) sowie exemplarischer Ausschnitt aus den Videoaufzeichnungen (rechts).....	87
Abb. 17: Ausschnitt eines bearbeiteten Transkripts aus Sitzung 11.....	88
Abb. 18: Exemplarische Frage aus dem soziodemografischen Fragebogen.....	90
Abb. 19: Überblick über den zeitlichen Verlauf der Haupterhebung mit den verschiedenen Erhebungszeitpunkten und -instrumenten	92
Abb. 20: Mit durch Hervorhebung markierte Auswahl der für die Auswertung relevanten Sitzungen im Überblick über den zeitlichen Verlauf der Haupterhebung	94
Abb. 21: Kategoriensystem vereinfacht dargestellt.....	101

Abb. 22: Ausschnitt aus der Benutzeroberfläche des Programms MAXQDA 2020 mit der Liste der Dokumente, Liste der Codes und dem Dokument- bzw. Multimedia-Browser	114
Abb. 23: Exemplarischer Ausschnitt aus den transkribierten Learning Progression-Codes	116
Abb. 24: Exemplarischer Ausschnitt aus dem Bericht der Gruppe IN30BA und SI17DA zur Nutzung der Learning Progression	117
Abb. 25: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 665 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 124 Komponenten) von N = 20 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente.....	125
Abb. 26: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 428 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 76 Komponenten) von N = 18 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente.....	126
Abb. 27: Identifizierte Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 263 Komponenten) von N = 19 Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente.....	130
Abb. 28: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 120 Komponenten) von N = 12 Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 75 Komponenten) von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente.....	131
Abb. 29: Identifizierte Komponenten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 299 Komponenten) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 119 Komponenten) von N = 10 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente.....	135
Abb. 30: Identifizierte Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen kodiert, insgesamt 241 Komponenten) von N = 6 Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Komponenten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Komponente	138

Abb. 31: Alle 1534 identifizierten Komponenten aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung.....	139
Abb. 32: Alle 387 identifizierten Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung	139
Abb. 33: Alle 504 identifizierten Komponenten (Beobachtungen berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn.....	140
Abb. 34: Identifizierte Fokuse in den Komponenten zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 563 Fokuse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 132 Fokuse) von N = 20 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokuse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus	149
Abb. 35: Identifizierte Fokuse in den Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 360 Fokuse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 73 Fokuse) von N = 18 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokuse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus	150
Abb. 36: Identifizierte Fokuse in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 122 Fokuse) von N = 12 Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 75 Fokuse) von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokuse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus.....	151
Abb. 37: Identifizierte Fokuse in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 264 Fokuse) von N = 19 Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein mit der Anzahl der jeweiligen Fokuse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus.....	152
Abb. 38: Identifizierte Fokuse in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 220 Fokuse) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 128 Fokuse) von N = 10 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Fokuse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus.	153

Abb. 39: Identifizierte Fokusse in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 139 Fokusse) von N = 6 Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Fokusse pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Fokus	154
Abb. 40: Alle 1265 identifizierten Fokusse in den Komponenten aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung.....	154
Abb. 41: Alle 408 identifizierten Fokusse in den Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung.....	155
Abb. 42: Alle 402 identifizierten Fokusse in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn	155
Abb. 43: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 571 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 122 Kompetenzaspekte) von N = 20 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt	158
Abb. 44: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 323 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 78 Kompetenzaspekte) von N = 18 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt	159
Abb. 45: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 120 Kompetenzaspekte) von N = 12 Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 66 Kompetenzaspekte) von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt	160
Abb. 46: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 179 Kompetenzaspekte) zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der	

jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt.....	161
Abb. 47: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den Partnerarbeiten zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 149 Kompetenzaspekte) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, Beobachtungen nicht kodiert, insgesamt 95 Kompetenzaspekte) von N = 10 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt.....	162
Abb. 48: Identifizierte Kompetenzaspekte in den Komponenten in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen kodiert, insgesamt 117 Kompetenzaspekte) von N = 6 Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Kompetenzaspekte pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jeden Kompetenzaspekt.....	163
Abb. 49: Alle 1136 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierender in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung.....	163
Abb. 50: Alle 360 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht kodiert) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung.....	164
Abb. 51: Alle 297 identifizierten Kompetenzaspekte in den Komponenten (Beobachtungen nicht berücksichtigt) aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn	164
Abb. 52: Alle 545 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 542 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 220 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 192 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)	168
Abb. 53: Alle 177 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 155 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein (oben) und alle 80 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 73 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezügen der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn (unten)	169
Abb. 54: Alle 1174 identifizierte Rückbezüge in den 1992 identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 382 identifizierte Rückbezüge in den 387 identifizierten Komponenten in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)	173

Abb. 55: Alle 248 identifizierte Rückbezüge in den 263 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein (oben) und alle 133 identifizierte Rückbezüge in den 134 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn (unten).....	173
Abb. 56: Alle 545 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 542 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezug pro Aufgabe in den Videoaufzeichnungen der Partnerarbeiten (oben) und alle 220 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 192 identifizierten Komponenten mit Theorie-/Empiriebezug pro Aufgabe in den schriftlichen Aufzeichnungen der Partnerarbeiten (unten)	175
Abb. 57: Alle 177 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 155 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein und alle 80 identifizierte Theorie-/Empiriebezüge in den 73 identifizierten Komponenten der schriftlichen Einzelarbeiten zu der Aufgabe Luftkissenbahn	176
Abb. 58: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 253 Bezüge auf Learning Progressions) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 72 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 20 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart	182
Abb. 59: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe Schlitten in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 130 Bezüge auf Learning Progressions) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 33 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 18 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart	183
Abb. 60: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression in den schriftlichen Einzelarbeiten (insgesamt 28 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 19 Studierenden zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart	184
Abb. 61: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe MoTS Ball/Stein in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 97 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 12 Studierenden und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 62 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 19 Studierenden mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart.....	185
Abb. 62: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression zu der Aufgabe Kreisbewegung in den Videoaufzeichnungen (oben, insgesamt 16 Bezüge auf Learning Progressions) und den schriftlichen Aufzeichnungen (unten, insgesamt 27 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 10 Studierenden mit der Anzahl	

der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart	186
Abb. 63: Identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression in den schriftlichen Einzelarbeiten (Beobachtungen nicht berücksichtigt, insgesamt 48 Bezüge auf Learning Progressions) von N = 6 Studierenden zu der Aufgabe Luftkissenbahn mit der Anzahl der jeweiligen Nutzungsarten pro Person und den Mittelwerten (M) sowie den Standardabweichungen (SD) für jede Nutzungsart	187
Abb. 64: Alle 496 identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung	188
Abb. 65: Alle 194 identifizierte Nutzungsarten der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung.....	189
Abb. 66: Alle 76 identifizierte Nutzungsarten aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn.....	189
Abb. 67: Alle Differenziertheiten der 496 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den Videoaufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Ball/Stein und Kreisbewegung.....	200
Abb. 68: Alle Differenziertheiten der 194 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Partnerarbeit zu den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten, MoTS Transkript Ball/Stein und Kreisbewegung.....	200
Abb. 69: Alle Differenziertheiten der 76 identifizierten Nutzungen der Learning Progression aller Studierenden in den schriftlichen Aufzeichnungen in Einzelarbeit zu den Aufgaben MoTS Ball/Stein und Luftkissenbahn	200
Tab. 1: Diagnoseprozess nach Jäger (2007, S. 102-105, S. 130), s. a. Hascher (2009)	21
Tab. 2: Diagnoseprozess von Jäger (2007) nach Esslinger-Hinz & Sliwka (2011, S. 109)...	22
Tab. 3: Prozessmodell der psychologischen Diagnostik nach Esslinger-Hinz & Sliwka (2011) ergänzt durch eine Konkretisierung in Bezug auf pädagogische Diagnostik nach Gutscher (2018, S. 8-9)	23
Tab. 4: Auszug aus einer Learning Progression zum Themenfeld Kraft und Bewegung nach Alonzo & Steedle (2009) bzw. Alonzo & v. Aufschnaiter (2018). Der Auszug zeigt den Abschnitt zum Themenfeld Bewegung.....	34
Tab. 5: Beispielstandards zu den Facetten diagnostischer Kompetenz in Anlehnung an v. Aufschnaiter et al. (2015, S. 750).....	51
Tab. 6: Inhaltlicher Aufbau des Seminars D02-1 mit zentralen Inhalten und Themen zu den jeweiligen Sitzungen.....	82
Tab. 7: Überblick über die Fragen des soziodemografischen Fragebogens.....	90
Tab. 8: Erhebungszeiträume der Pilot-, Haupt- und Erweiterungserhebung.....	91

Tab. 9: Teilnehmende Studierende und davon Studierende mit auswertbaren Daten nach Erhebungszeiträumen geordnet.....	93
Tab. 10: Übersicht über die Videodaten und über die schriftlichen Daten der einzelnen Studierenden der Haupterhebung, die für die Datenauswertung genutzt wurden. Hellgrau = Videoaufzeichnungen und schriftlich Aufzeichnungen ausgewertet; Hellgrau mit Sternchen (*) = keine schriftlichen Aufzeichnungen ausgewertet; Dunkelgrau = nur schriftliche Aufzeichnungen ausgewertet; Weiß = keine ausgewerteten Daten; Code in den Zellen verweist auf Gruppenpartner*in.....	96
Tab. 11: Soziodemografische Daten der Studierenden aus Haupt- und Nacherhebung, deren Daten in der Studie ausgewertet wurden.....	97
Tab. 12: Beispielhafter Ausschnitt aus dem entwickelten Kodiermanual mit dem (Sub-)Code Nennung Learning Progression der Kategorie H5 Theorie/Empiriebezüge	101
Tab. 13: Hauptkategorie Bearbeitungsprozess mit Beschreibung der Codes	103
Tab. 14: Hauptkategorie 2 Analyse mit Beschreibung der Codes.....	104
Tab. 15: Hauptkategorie 3 Fokus mit Beschreibung der Codes	104
Tab. 16: Hauptkategorie 4 Kompetenzaspekte mit Beschreibung der Codes	105
Tab. 17: Hauptkategorie 5 Theorie-/Empiriebezug mit Beschreibung der Codes.....	105
Tab. 18: Nebenkategorien 1-5 mit Beschreibung.....	106
Tab. 19: Übersicht über die PÜ und κ_n für die Intercoderübereinstimmung in allen Kategorien für drei ausgewählte Videos.....	109
Tab. 20: Übersicht über die PÜ und κ_n für die Intercoderübereinstimmung nach dem Konsensverfahren sowie die ergänzend ermittelte Intracoderübereinstimmung in allen Kategorien für drei ausgewählte Videos	111
Tab. 21: Übersicht über die drei Codes zum kodieren der LP-Berichte.....	118
Tab. 22: Kurzbeschreibung der Aufgabe zu Ball/Stein und Schlitten in Sitzung 3.....	123
Tab. 23: Kurzbeschreibung der Aufgabe zum MoTS Ball/Stein in Sitzung 11.....	129
Tab. 24: Kurzbeschreibung der Aufgabe Kreisbewegung in Sitzung 13	132
Tab. 25: Kurzbeschreibung der Aufgabe Luftkissenbahn in der Einzelsitzung im Sommersemester in D03.....	136
Tab. 26: Anzahl der identifizierten Komponenten in den Videoaufzeichnungen für ausgewählte Studierende	145
Tab. 27: Beschreibung der Sub-Codes des Codes Learning Progressions (Auszug aus dem Kodiermanual).....	181
Tab. 28: Die Anteile aller identifizierten Nutzungsarten der Learning Progression aller Studierenden in den Partnerarbeiten (Video und schriftlich) und in den Einzelarbeiten (schriftlich)	189
Tab. 29: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den Videoaufzeichnungen (Partnerarbeiten).....	194

Tab. 30: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den schriftlichen Aufzeichnungen (Partnerarbeiten)	194
Tab. 31: Die Differenziertheit der Nutzungsarten der Learning Progression in den identifizierten Komponenten mit Bezug zur Learning Progressions in den schriftlichen Aufzeichnungen (Einzelarbeiten)	194
Tab. 32: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit Learning Progressions und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den Videoaufzeichnungen	196
Tab. 33: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit Learning Progressions und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den schriftlichen Aufzeichnungen (Partnerarbeiten)	196
Tab. 34: Anzahl der identifizierten Komponenten ohne Theorie, mit Learning Progressions und anderer Theorie und deren Differenziertheit in den schriftlichen Aufzeichnungen (Einzelarbeiten)	197
Tab. 35: Anzahl und relative Anteile der Nutzungsarten des Mappings der Learning Progression, die in den Learning Progression-Berichten von N = 23 Studierenden zu den Videoaufzeichnungen in den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten und MoTS Ball/Stein identifiziert werden konnten	204
Tab. 36: Resultierend aus bereinigter Stichprobe mit N = 9 Studierenden, die die drei abgebildeten Aufgaben bearbeiten konnten: Anzahl und relative Anteile der Nutzungsarten der Learning Progression, die in den Learning Progression-Berichten zu den Videoaufzeichnungen in den Aufgaben Ball/Stein, Schlitten und MoTS Ball/Stein identifiziert werden konnten	205
Tab. 37: Nutzung der fachlichen Themenbereiche der Learning Progression zu Kraft und Bewegung der einzelnen Studierenden in den drei Aufgaben mit den Hinterlegungen der einzelnen Zellen: identifiziert (dunkelgrau), nicht identifiziert (hellgrau), nicht bearbeitet (weiß)	208
Tab. 38: Unangemessene Aussagen von Studierenden, die in den Learning Progression-Berichten identifiziert wurden mit Erläuterung, was an den Aussagen unangemessen ist	211

Anhang A: Einverständniserklärung für die Studierenden

Einverständniserklärung zur Videoaufzeichnung und Auswertung der erhobenen Daten im Projekt Diagnostik - Learning Progressions (WiSe 18/19)

Liebe Studierende,

im Rahmen eines Forschungsprojektes untersuchen wir, wie Lehramtsstudierende Aufgaben zu Diagnostik bearbeiten.

Wir möchten Sie herzlich bitten, die Einverständniserklärung auf der nachfolgenden Seite auszufüllen, damit wir wissen, welche Daten wir von Ihnen erheben, speichern und für die Auswertung sowie für die Präsentation des Projektes nutzen dürfen. Dabei gelten die gesetzlichen Vorgaben für die Anonymisierung, Lagerung und Speicherung Ihrer Daten (BDSG).

Ihre Teilnahme am Forschungsprojekt ist absolut freiwillig; Ihnen entstehen keinerlei Nachteile, wenn Sie nicht teilnehmen. Sie haben selbstverständlich das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Löschung und Einschränkung der Verarbeitung sowie auf Widerspruch gegen die weitere Verarbeitung Ihrer personenbezogenen Daten. Schreiben Sie in diesem Fall bitte eine E-Mail an C. v. Aufschnaiter, Ihre Daten werden unverzüglich gemäß Ihrer Angaben korrigiert, gelöscht und/oder deren Verarbeitung eingeschränkt.

Herzlichsten Dank für Ihre Mitarbeit

Christoph Münster

Claudia v. Aufschnaiter

Für Ihre Unterlagen: Übertrag der auf dem nächsten Blatt gemachten Angaben

Zutreffendes bitte ankreuzen	Ich bin damit einverstanden, dass...
☐ Ja ☐ Nein	...von mir ausgefüllte Befragungen und Arbeitsblätter (inkl. kommentierter Transkripte) von Mitarbeiter*innen der Arbeitsgruppe von Prof. v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
☐ Ja ☐ Nein	...von mir angefertigte Videodaten von Mitarbeiter*innen der Arbeitsgruppe von Prof. v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden. Hinweis: Die Videodaten werden ausschließlich mit dem Code, nicht jedoch mit dem Namen verknüpft. Falls nein: ...ich zwar selbst nicht ausgewertet werden darf, aber die Videodaten für die Auswertung anderer Studierender genutzt werden können, wenn diese damit einverstanden sind. ☐ Ja ☐ Nein
☐ Ja ☐ Nein	...meine Befragungs-, Arbeitsblatt- und Videodaten in der Auswertung miteinander verknüpft und Ergebnisse der Verknüpfung in anonymisierter Form publiziert werden.
☐ Ja ☐ 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.
☐ Ja ☐ Nein	...Screenshots aus den Videodaten in wissenschaftlichen Veröffentlichungen abgebildet werden.
☐ Ja ☐ Nein	...Sequenzen von maximal 5 Minuten Länge auf wissenschaftlichen Konferenzen gezeigt werden, um das methodische Vorgehen und empirische Befunde zu demonstrieren.
☐ Ja ☐ Nein	...Prof. v. Aufschnaiter alle Videodaten, Befragungen und Arbeitsblätter einsehen darf, nachdem ich die Erste Staatsprüfung in Physik erfolgreich bestanden habe. Falls ja: Ich erlaube, dass Prof. v. Aufschnaiter bereits nach erfolgreich abgeschlossener MAP D02 in die oben genannten Daten Einsicht nehmen darf. ☐ Ja ☐ Nein
☐ Ja ☐ Nein	...auch Forscher*innen anderer Arbeitsgruppen (ggf. auch anderer Hochschulen), die mit dem Institut für Didaktik der Physik kooperieren, Einsicht in meine Daten erhalten und an der Auswertung der erhobenen Daten mitwirken.

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

Einverständniserklärung zur Videoaufzeichnung und Auswertung der erhobenen Daten im Projekt Diagnostik - Learning Progressions (WiSe 18/19)

Zutreffendes bitte ankreuzen	Ich bin damit einverstanden, dass...
☐ Ja ☐ Nein	...von mir ausgefüllte Befragungen und Arbeitsblätter (inkl. kommentierter Transkripte) von Mitarbeiter*innen der Arbeitsgruppe von Prof. v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden.
☐ Ja ☐ Nein	...von mir angefertigte Videodaten von Mitarbeiter*innen der Arbeitsgruppe von Prof. v. Aufschnaiter ausgewertet und Ergebnisse in anonymisierter Form publiziert werden. <i>Hinweis:</i> Die Videodaten werden ausschließlich mit dem Code, nicht jedoch mit dem Namen verknüpft. <u>Falls nein:</u> ...ich zwar selbst nicht ausgewertet werden darf, aber die Videodaten für die Auswertung anderer Studierender genutzt werden können, wenn diese damit einverstanden sind. ☐ Ja ☐ Nein
☐ Ja ☐ Nein	...meine Befragungs-, Arbeitsblatt- und Videodaten in der Auswertung miteinander verknüpft und Ergebnisse der Verknüpfung in anonymisierter Form publiziert werden.
☐ Ja ☐ 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.
☐ Ja ☐ Nein	...Screenshots aus den Videodaten in wissenschaftlichen Veröffentlichungen abgebildet werden.
☐ Ja ☐ Nein	...Sequenzen von maximal 5 Minuten Länge auf wissenschaftlichen Konferenzen gezeigt werden, um das methodische Vorgehen und empirische Befunde zu demonstrieren.
☐ Ja ☐ Nein	...Prof. v. Aufschnaiter alle Videodaten, Befragungen und Arbeitsblätter einsehen darf, nachdem ich die Erste Staatsprüfung in Physik erfolgreich bestanden habe. <u>Falls ja:</u> Ich erlaube, dass Prof. v. Aufschnaiter bereits nach erfolgreich abgeschlossener MAP D02 in die oben genannten Daten Einsicht nehmen darf. ☐ Ja ☐ Nein
☐ Ja ☐ Nein	...auch Forscher*innen anderer Arbeitsgruppen (ggf. auch anderer Hochschulen), die mit dem Institut für Didaktik der Physik kooperieren, Einsicht in meine Daten erhalten und an der Auswertung der erhobenen Daten mitwirken.

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

Code im Projekt:

Die ersten beiden Buchstaben des ersten Vornamens Ihrer Mutter	Der Tag Ihres Geburtsdatums	Die ersten beiden Buchstaben Ihres Geburtsortes	Geschlecht	Lehramt
K E rstin A N na-Maria	0 7 .04.1994 3 1 .01.1993	F R ankfurt B A d Homburg	Zutreffendes bitte ankreuzen	Zutreffendes bitte ankreuzen
			☐ weiblich ☐ männlich ☐ anderes	☐ L2/L5 ☐ L3/BBB

Anhang B: Soziodemografischer Fragebogen

Forschungsschwerpunkt Diagnostik – Fragebogen für Studierende (WS 18/19)



Liebe Studierende,

im Folgenden finden Sie einige Fragen zu Ihrer Person. Alle Angaben sind freiwillig. Falls Ihnen Fragen 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> <u>Buchstaben</u> 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> <u>Buchstaben</u> Ihres Geburtsortes F R ankfurt B A d Homburg	Geschlecht Zutreffendes bitte ankreuzen ☐ w ☐ m ☐ a	Lehramt Zutreffendes bitte ankreuzen ☐ L2/L5 ☐ L3/BBB

Angaben zur Ausbildung

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

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

- ☐ Nein
☐ Ja, als Grundkurs
☐ Ja, als Leistungskurs

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

Fach 1 Physik FS: _____

Fach 2 ☐ Mathematik | ☐ anderes (freiwillig: ☐ Che/Bio) FS: _____

Fach 3 ☐ Mathematik | ☐ anderes (freiwillig: ☐ Che/Bio) FS: _____

4. Wir würden uns darüber freuen, wenn Sie uns auch einige Angaben zu Ihren Noten machen würden. (Angaben in Notenpunkten (NP))

	15-13 NP (Note 1)	12-10 NP (Note 2)	9-7 NP (Note 3)	<7 NP (≤ Note 4)
Abiturnote	☐	☐	☐	☐
Bisheriger Notendurchschnitt in der Fachwissenschaft Physik	☐	☐	☐	☐
bisheriger Notendurchschnitt in der Fachdidaktik Physik	☐	☐	☐	☐
Bisheriger Notendurchschnitt im anderen Fach	☐	☐	☐	☐
Bisheriger Notendurchschnitt im dritten Fach (falls vorhanden)	☐	☐	☐	☐

5. War der Studiengang Lehramt mit Fach Physik Ihr Erstwunsch?
- ☐ Ja, der Studiengang Lehramt mit Fach Physik war mein Erstwunsch.
- ☐ Nein, ich wollte eigentlich _____ studieren.
6. Haben Sie schon einmal Ihren Studiengang oder ein Fach im Lehramtsstudiengang gewechselt?
- ☐ Nein
- ☐ Ja, ich habe früher folgendes studiert: _____
7. Verfügen Sie schon über ein abgeschlossenes Hochschulstudium?
- ☐ Nein
- ☐ Ja, und zwar: _____
8. Verfügen Sie schon über eine Berufsausbildung?
- ☐ Nein
- ☐ Ja, und zwar: _____

Angaben zur schulischen Praxis

9. Haben Sie je Nachhilfe gegeben? (*Mehrere Kreuze möglich.*)
- ☐ Nein
- ☐ Ja, und zwar in [Fach/Fächer] _____
- ☐ Ja, für Schüler*innen. Zum letzten Mal im Jahr _____
- ☐ Ja, für Studierende. Zum letzten Mal im Jahr _____
10. Haben Sie außerhalb der verpflichtenden Praktika während des Studiums oder vor dem Studium an einer Schule unterrichtet?
- ☐ Nein
- ☐ Ja, und zwar in [Fach/Fächer] _____
- a. Wie lange haben Sie unterrichtet?
- ☐ < 6 Monate ☐ 6 - 12 Monate ☐ > 12 Monate
- b. In welchem Umfang haben Sie unterrichtet? (Reine Unterrichtszeit in Schulst.)
- ☐ 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
11. Haben Sie außerhalb von Schul- und Nachhilfeunterricht Erfahrungen im erzieherischen/bildenden Umgang mit Kindern/Jugendlichen gemacht? (Z. B. als Übungsleiter*in oder im FSJ.)
- ☐ Nein
- ☐ Ja, und zwar als _____

Anhang C: Kodiermanual

T. Christoph Münster

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Finale Version

Kodiermanual

Das hier dokumentierte Kodiermanual soll helfen, die Forschungsfragen aller Fragenkomplexe zu untersuchen. Teile daraus, insbesondere solche Codes, die in den Kategorien H1, H2 sowie teilweise in H3, H4, N3, N4 und N5 enthalten sind, wurden den Kodiermanualen von Beretz (2021) und Kost (2020) entnommen und/oder angepasst.

Die Kodierung findet **event- und personenbasiert** in den Videoaufzeichnungen und schriftlichen Aufzeichnungen statt. In den Videoaufzeichnungen werden ausschließlich **verbale** Äußerungen kodiert. Nonverbale Aktivitäten werden nicht berücksichtigt (in den Indikatoren der Codes explizit beschriebene Ausnahmen sind möglich!). Die Codes werden auf Satz- bzw. Phrasenebene vergeben: Für den geäußerten Satz/die geäußerte Phrase werden zuerst die jeweils dazu passenden Codes vergeben. Dann wird überprüft, ob das danach Gesprochene einerseits noch zum vergebenen Code passt und andererseits der Inhalt des Gesprochenen nicht impliziert, dass auch bei einem passenden Code kein neues Event vorhanden ist. Z. B. wird bei mehreren aufeinander folgenden Sätzen, die dem Code *Konsequenz* zugeordnet wurden, überprüft, ob es sich um eine Konsequenz oder eig. um mehrere Konsequenzen handelt. Handelt es sich um mehrere Konsequenzen, werden diese auch als einzelne Konsequenzen kodiert. Beiträge mit kurzer Unterbrechung (<5s) aber erkennbarem Zusammenhang, werden als eine Aussage kodiert. Zustimmungen oder zustimmende Wiederholungen wie z. B. „Ja“, „Mhm“, „Okay“ werden generell nicht kodiert. Ist die Zuweisung nicht eindeutig möglich, wird der Code **Sonstiges** und ggf. die vermuteten Codes zugeordnet. Kann ein Sub-Code nicht eindeutig zugeordnet werden, wird der übergeordnete Code zugeordnet.

Erläuterung zur grafischen Darstellung auf folgender Seite und dem Aufbau der Tabellen

Das Kodiersystem besteht aus einer strukturierenden Kategorie (0) für den Durchlauf einer Vorkodierung und 5 Hauptkategorien (H) für den ersten Durchlauf sowie 5 Nebenkategorien (N) für den zweiten Durchlauf.

Hauptkategorien: Während H1 durchgängig bei verbalen Äußerungen bzw. schriftlichen Aufzeichnungen vergeben werden muss, müssen H2 und H3 nur zugeordnet werden, wenn **Analyse** in H1 kodiert wurde. Codes aus H4 können optional einer **Analyse** zugeordnet werden. Codes aus H5 können optional einer **Analyse** oder **Fachlichen Klärungen, Fachdidaktischen Klärungen, Reflexionen, Wertschätzungen von Diagnostik** zugeordnet werden.

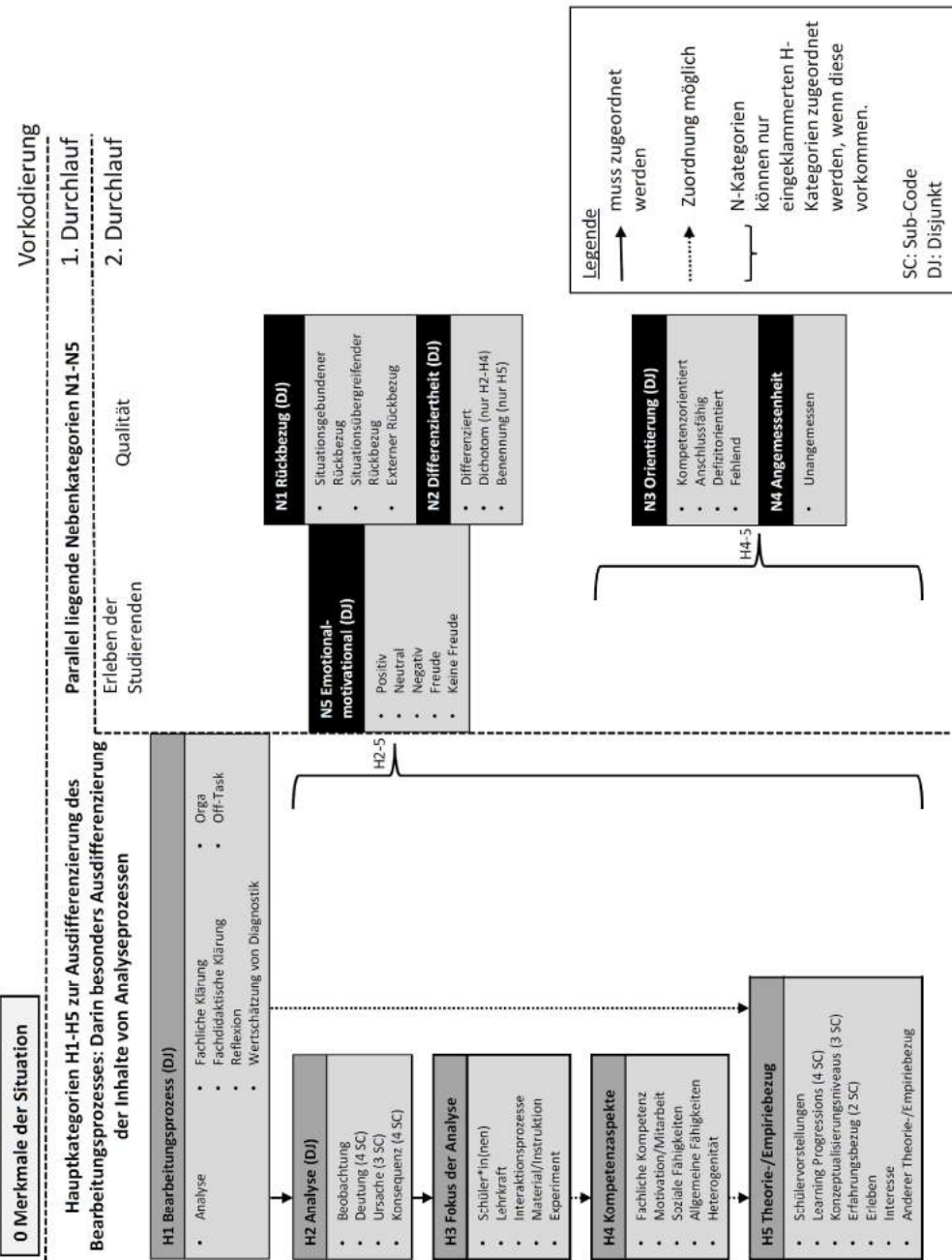
Nebenkategorien: N1, N2 und N5 können allen Hauptkategorien zugeordnet werden, während N3 und N4 nur H4 und H5 zugeordnet werden können.

Weitere kategorienspezifische Erläuterungen (u. a. auch Ausnahmen) befinden sich im Kodiermanual bei den jeweiligen Kategorien.

Sub-Codes sind dadurch gekennzeichnet, dass die Zeilen in den Tabellen unter dem zugehörigen Code mit einer gestrichelten Linie abgetrennt sind und im zugehörigen Code ein Verweis auf die Sub-Codes in der Spalte *Indikatoren* steht. Beispiel:

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Beispielcode	Beschreibung zu Beispielcode	[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Sub-Code 1 und Sub-Code 2]	
Sub-Code 1	Beschreibung zu Sub-Code 1	Indikatoren für Sub-Code 1	Beispiel zu Sub-Code 1
Sub-Code 2	Beschreibung zu Sub-Code 2	Indikatoren für Sub-Code 2	Beispiel zu Sub-Code 2

1



Finale Version

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

T. Christoph Münster

Kategorie 0: Merkmale der Situation

Codes beschreiben den Ablauf der Sitzung bezüglich der Phasierung und der Aufgabenstruktur. In den schriftlichen Aufzeichnungen wird aus dieser Kategorie ausschließlich der Code *Arbeitsauftrag* vergeben.

Wird vorauslaufend in einem extra Durchlauf durchgehend am Video kodiert (Ausnahmen bei *Arbeitsauftrag* möglich). Doppelkodierungen sind möglich (z. B. eine *Arbeitsphase* gemeinsam mit einem *Arbeitsauftrag*).

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Regeln
Phase	Erfasst die Sozialphasen der Veranstaltung.	<i>[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Arbeitsphase und Frontal/Plenum.]</i>	
Arbeitsphase	Erfasst eine Arbeitsphase, in denen die Studierenden eigenständig Aufgaben bearbeiten sollen.	Die Studierenden sollen in Einzelarbeit arbeiten oder mit anderen Studierenden zusammenarbeiten.	Der Beginn des Codes wird gesetzt, wenn die Dozentin mit einer Ansage die Arbeitsphase startet. Das Ende des Codes wird durch das Beenden der Phase durch die Dozentin markiert (Arbeitsauftrag wird „abgebrochen“). Wird über den gesamten Zeitraum kodiert, während dem die Studierenden Arbeitsaufträge bearbeiten sollen.
Frontal/Plenum	Erfasst eine Phase, in denen die Dozentin einen frontalen Redeanteil hat oder im Plenum diskutiert wird.	Die Dozentin bespricht mit den Studierenden einen Gegenstand im Plenum oder die Studierenden folgen den Aktivitäten der Dozentin.	Der Beginn des Codes wird gesetzt, wenn die Dozentin einen frontalen Redeanteil hat oder im Plenum etwas diskutiert wird. Das Ende des Codes wird durch den Beginn der Arbeitsphase markiert.
Arbeitsauftrag (Bezeichnung des Arbeitsauftrages)	Dieser Code erfasst den Arbeitsauftrag, der aktuell Gegenstand ist oder sein sollte.	Studierende bearbeiten den spezifischen Arbeitsauftrag in Einzel- oder Partner-/Gruppenarbeit bzw. sind aufgefordert, sich mit dem spezifischen Arbeitsauftrag zu beschäftigen.	Der Beginn des Codes wird gesetzt, wenn die Studierenden den Arbeitsauftrag mündlich (Ansage) oder schriftlich (Arbeitsblatt) erhalten. Das Ende des Codes ist das Beenden des Arbeitsauftrages durch die Dozentin oder durch die Studierenden (beim Aufgabenwechsel). Wird ebenfalls kodiert, wenn Arbeitsaufträge von Studierenden bearbeitet werden, ohne, dass dies zu diesem Zeitpunkt im Rahmen der Lehrveranstaltung intendiert ist. (Kann parallel zu einem nachfolgenden Durchlauf kodiert werden, da es in einer vorauslaufenden Kodierung inhaltlich nicht gut erfasst werden kann.)
Person	Diese Codes erfassen die Beiträge derjenigen Personen, die nicht Gegenstand der aktuellen Kodierung sind. Durch diese Kontrollfunktion kann u. a. optisch überprüft werden, ob alle Äußerungen kodiert wurden.	<i>[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Andere Studierende und Dozierende.]</i>	

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Regeln	
Andere Studierende	Studierende aus einer anderen Gruppe äußern sich verbal.	Andere Studierende tätigen Äußerungen, die die zu untersuchenden Studierenden betreffen.	Es muss ersichtlich sein, dass die anderen Studierenden die Gruppenmitglieder adressieren. Beginn = Anfang der verbalen Äußerung Ende = Ende der verbalen Äußerung	
Dozierende (CVA, CM)	Dozierende äußern sich verbal.	Dozierende machen eine allgemeine Ansage oder adressieren die Studierenden, die bei der Kodierung Gegenstand sind, direkt.	Beginn = Anfang der verbalen Äußerung Ende = Ende der verbalen Äußerung	

Finale Version

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

T. Christoph Münster

Kategorie H1: Bearbeitungsprozess

Die Codes der Kategorie H1 erfassen, welcher Prozess von den Studierenden gerade ausgeführt wird. Wird durchgehend am Video und für jede schriftliche Anmerkung in den schriftlichen Aufzeichnungen kodiert. Die Codes sind disjunkt.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Analyse	Alle Beiträge, die sich konkret auf die Auseinandersetzung mit Arbeitsprozessen von S* S oder mit Aufgaben beziehen.	[Weitere Differenzierung in H2-H5]	
		a) Studierende fragen andere Studierende oder die Dozentin, ob eine fachliche Aufgabe richtig oder falsch ist.	a) „Wie war noch mal das dritte Newtonsche Axiom?“ „Zeigt die Kraft an dem Stein nach oben oder nach unten?“
		b) Fachliche Antwort auf eine von den Studierenden bearbeitete Aufgabe wird von Studierenden korrigiert.	b) „Aber Kräfte wirken ja nur, wenn direkt ein Angriffspunkt da ist.“ „Den Pfeil an dem Stein habe ich nicht richtig eingezeichnet.“
Fachliche Klärung (FK)	Umfasst Beiträge bzw. insbesondere Gespräche über Inhalte aus der Physik mit dem Ziel, die fachlich angemessenen Antworten bzw. fachlichen Beschreibungen zu finden, die eigenen Antworten auf fachliche Fragen zu begründen oder aber sich ergänzende fachliche Informationen zu beschaffen.	c) Studierende erläutern Ideen und/oder (potentielle) Lösungen zu einer fachlichen Aufgabe oder einem fachlichen Thema.	c) „Die Geschwindigkeit des Autos steigt konstant an, da es durch die konstante Kraftausübung von Jeff konstant beschleunigt wird.“ „Den Kraftpfeil nach unten kann man immer einzeichnen, weil die Gravitationskraft auf der Erde immer wirkt.“
		d) Die Nutzung von Medien, bei der durch Kommentierung der Nutzer*innen ersichtlich ist, dass die Nutzung der fachlichen Diskussion dient.	d) Studierende nutzen das Smartphone, um im Internet nach einer Formel zu suchen.
		a) Studierende fragen andere Studierende oder die Dozentin nach Begriffen oder inhaltlichen Kriterien der Lehrveranstaltung oder anderen fachdidaktischen Themen.	a) „Was war IRB?“ Studierende zeigt auf LP und sagt: „Das eine, was hier drinnen steht, das ist doch einfach nur zur Erklärung der Schülervorstellung, oder?“
Fachdidaktische Klärung (FdK)	Umfasst Beiträge bzw. insbesondere Gespräche über Inhalte aus der Physikdidaktik mit dem Ziel, die fachdidaktisch angemessenen Antworten bzw. fachdidaktischen Beschreibungen zu finden, die eigenen Antworten auf fachdidaktische Fragen zu begründen oder aber sich ergänzende fachdidaktische Informationen zu beschaffen.	b) Studierende antworten fachdidaktisch auf Nachfragen.	b) „Das [IRB] bedeutet intuitiv regelbasiert.“ „Die Learning Progression stellt einfach nur den Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung dar.“
		c) Studierende erklären ein fachdidaktisches Konzept.	c) „Mit den Konzeptualisierungsniveaus kann man abgestuft einordnen, auf welchen Niveau die Vorstellungen sind.“ „Intuitiv regelbasiert bedeute, dass die Schülerinnen sich schon so verhalten, als ob ihnen das Konzept bekannt wäre. Zum Beispiel, wenn sie Versuchsvorgänge vermuten.“
		d) Die Nutzung von Medien, bei der durch Kommentierung der Nutzer*innen ersichtlich ist, dass die Nutzung der fachlichen Diskussion dient.	d) Ein Studierender nutzt Unterlagen aus einer vorherigen Sitzung, um fachdidaktisch diskutieren zu können.

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
		ist, dass die Nutzung der fachdidaktischen Diskussion dient.	„Hier bei Wikipedia steht, dass ein Phänomen eine wahrnehmbare, abgrenzbare Einheit des Erlebens ist.“	
		a) Der eigene Bearbeitungsprozess und/oder die Arbeitsergebnisse werden bewertet. Es wird hinterfragt, ob der eigene Diagnoseprozess angemessen ist.	a) „Die Einschätzung, die wir da vorgenommen haben, ist aus meiner Sicht schon ziemlich gut.“ „Ich glaube, die Zuordnung, die wir hier gemacht haben könnte falsch sein.“ „Ich habe überhaupt nicht durchgängig zugeschrieben, ob es inhaltlich oder strukturiert ist. Das ist inhaltlich.“	
Reflexion	Beiträge, die die eigenen (Gruppen-)Arbeitsergebnisse oder Verhalten der Studierenden analysieren und interpretieren bzw. bewerten, um ein alternatives Vorgehen aufzuweisen und sich selbst zu hinterfragen oder ggf. zu verbessern.	b) Andere Personen werden gefragt, wie sie den Bearbeitungsprozess und/oder die Arbeitsergebnisse bewerten.	b) „Findest du, dass die Deutung von mir an dieser Stelle angemessen ist?“ „Ist diese Konsequenz überhaupt angebracht für diese Jahrgangsstufe?“	
		c) Konkreten Vorschlägen, wie man Bearbeitungsprozesse verbessern könnte.	c) „Wir sollten uns genaue Kriterien raussuchen, die wir abrastern. So entgeht uns kein Aspekt.“ „Beim nächsten Mal unterstreichen wir zuerst unsere Beobachtungen.“	
		d) Der Bearbeitungsprozess von anderen wird eingeschätzt.	d) „Deine Deutung ist an dieser Stelle falsch, die Schülerin hat hier keine Fehlvorstellung.“ „Also das mit dem Nutzen der Konzeptualisierungsniveau gelingt dir schon ziemlich gut.“	
		a) Äußerungen darüber, wie nützlich oder unnützlich Diagnostik ist.	a) „Das Ableiten von Konsequenzen bringt einen total weiter.“ „Das ist ja total unrealistisch, dass man im Unterricht dieses Diagnostizieren betreiben kann, das bringt mir im realen Unterricht doch gar nichts.“	
Wertschätzung von Diagnostik	Beiträge, die die Relevanz von Diagnostik und die damit verbundenen Theoriebezüge bewerten.	b) Äußerungen darüber, wie nützlich oder unnützlich Kriterien zum Diagnostizieren sind, z. B. bestimmte Theoriebezüge.	b) „Ist ja schön mit diesen Ebenen, aber im Unterricht hat man da real ja gar keine Zeit jede Schülerin so detailliert einzustufen.“ „Das ist schon ganz gut, wenn man sowas [LP] hat, um seinen Unterricht daran aufbauen zu können.“	
Orga	Beiträge, die sich auf die Aushandlung des Arbeitsauftrages beziehen und diesen strukturieren.	a) Organisation der Arbeitsabläufe sowie den Umgang mit den Videos und Klärung der Anforderungen des Arbeitsauftrages auf einer organisatorischen Ebene mit dem* der Gruppenpartner*in oder den Dozierenden. Nachfragen und Antworten zum Verständnis der Arbeitsaufträge an	a) „Wir machen zuerst Aufgabe 1 und dann Aufgabe 2.“ „Was sollen wir da jetzt genau machen?“	

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
		andere Studierende oder die Dozierenden.		
		▪ Antworten auf diese Nachfragen sind ebenfalls organisatorischer Natur, außer sie beinhalten inhaltliche Aspekte, die den anderen Kategorien in H1 zugeordnet werden können.	„Wir müssen zuerst alles unterstreichen.“	
		• Technische Probleme werden angesprochen. • Studierende holen Arbeitsmaterial.	„Irgendwie funktionieren meine Kopfhörer nicht.“	
		• Studierende haben den Blick auf das Material gerichtet und lesen den dort vorgegebenen Text laut vor. • Bei dem vorgelesenen Text muss es sich um einen Text zu den Aufgaben der Studierenden handeln. Aussagen von S*S, die vorgelesen werden, sind davon ausgenommen und zählen zu Analysen.	Studierende holt für die Gruppe eine Hilfefkarte bei der Dozentin.	
		ACHTUNG: Dies gilt nur für lautes Vorlesen. Es ist denkbar, dass Studierende auch mit gesenktem Blick auf das Material leise lesen, dies wird jedoch nicht als Orga kodiert!	Studierende liest vor: „Vergleichen Sie Ihre Überlegungen mit Kontrollkarte 4, Diskutieren Sie.“	
		a) Studierende reden über private bzw. nicht auf die Lehrveranstaltung, den Unterricht oder die Physik bezogene Dinge. • Insbesondere auch Gespräche über andere universitäre Veranstaltungen	a) „Weißt du schon, ob du eine Hausarbeit oder ein Referat und eine Hausarbeit machen willst?“ „Ich fahre nächstes Wochenende nach München.“ - Studierende unterhalten sich darüber, wo in diesem Semester eine Vorlesung der Mathematik stattfindet.	
Off-Task	Alle deutlich erkennbaren nonverbalen Aktivitäten und/oder verbalen Beiträge, die inhaltlich nicht mit dem Thema der Aufgabenstellung oder der Lehrveranstaltung zu tun haben.	• Handlungen und Interaktionen, die nicht mit dem Arbeitsprozess verbunden sind, insbesondere auch • Nutzung von Medien, bei der durch Kommentierung der Nutzer*innen ersichtlich ist, dass kein Bezug zur Aufgabenstellung oder der Lehrveranstaltung vorhanden ist. ACHTUNG: Es muss eindeutig erkennbar sein, dass die Mediennutzung keinen	b) Stöbern in Ordnern (am Computer), schauen andere Videos, nutzen andere Programme, nutzen das Smartphone ohne Bezug zur Lehrveranstaltung, stehen vom Platz auf und machen eine Pause. - Studierende steht auf, nimmt seine Flasche mit und verlässt seinen Arbeitsplatz.	

T. Christoph Münster	Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen	Finale Version
Codes	Beschreibung	Beispiele
	Indikatoren Bezug zur Aufgabenstellung oder der Lehrveranstaltung hat! • Abwesenheit der Person, wenn es sich nicht um das Beschaffen von Arbeitsmaterialien handelt. ACHTUNG: Schweigen oder Wegschauen wird nicht als Off-Task gewertet, obwohl denkbar ist, dass es sich um eine solche Aktivität handelt!	

Kategorie H2: Analyse

Die Codes der Kategorie H2 erfassen die Komponenten eines Diagnoseprozesses (v. Aufschnaiter, Münster & Beretz, 2018; v. Aufschnaiter, Theyßen & Krabbe, 2020; Beretz, Lengnink & v. Aufschnaiter, 2017). Wird der Code **Analyse** in H1 vergeben, muss auch ein Code in H2 (und H3) vergeben werden.

Abgesehen von den Sub-Codes des Codes **Konsequenz** (z. B. **Vorgehen** und **Fallbezogen** für eine **Konsequenz**) sind die Codes disjunkt. Die Sonderregelung für den Code **Konsequenz** ist bei den Indikatoren dieses Codes explizit beschrieben.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Beobachtung	Beiträge, die das Geschehen des Lehr-/Lernprozesses deutungsfrei/-arm schildern und dabei intersubjektiv überprüfbar sind. Wiedergabe von Aussagen Dritter.	a) Beschreiben von oder Verweis auf ein Ereignis aus dem vorliegenden Datenmaterial. b) Beschreiben von oder Verweis auf ein Ereignis aus der Erinnerung. c) Wiedergabe einzelner Aussagen anderer.	a) „Das wurde nicht explizit gesagt, dass es eine Konstante ist.“ „Er sagt, dass der Schritten beschleunigt.“ Studierende liest die Aussage einer Schülerin vor: „Oder ey, noch Gravitation irgendwo.“ b) „Der Lehrer hatte das Vorher ja an der Tafel gesichert.“ „Das Gleiche hat sie glaube ich auch weiter vorne im Transkript schon gesagt.“ c) „Die Kommilitonin hat gesagt, dass der Schüler die Aufgabe nicht versteht.“ (Die Aussage von der Kommilitonin ist eine Deutung, die jedoch ohne Deutung wiedergegeben wird).
Deutung	Beiträge, die das Geschehen des Lehr-/Lernprozesses subjektiv bewerten, einschätzen und diese Einschätzung ggf. begründen.	[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Wertung , Interpretation , Prognose und Frage .]	
Wertung	Beitrag zur Qualität/Angemessenheit eines Ereignisses ohne weitere Erläuterung.	a) Einem Ereignis wird ein Adjektiv/Nomen zugeschrieben, das über eine Beschreibung hinausgeht. b) Bewertung eines Ereignisses bzw. einer Vorstellung. c) Benennung fehlender Vorstellungen	a) „Die Schülerin hat eine schlaue Antwort gegeben.“ „Der Schüler hat die Aufgabe gut bearbeitet.“ b) „Das ist falsch!“ „Das hätte sie besser machen können.“ „Die resultierende Kraft versteht sie nicht.“ c) „Hier fehlt ihr noch, dass ein Impuls wirken kann.“
Interpretation	Kontextbezogene Einschätzung des Geschehens ohne Bewertung.	Eine subjektive Einschätzung der Lehr-/Lernsituation. Der*die Studierende nimmt keine qualitative Bewertung vor, aber arbeitet eine inhaltliche Ausprägung des betrachteten Merkmals heraus. Insbesondere neutrale Umschreibung von Schülerverständnis und Einschätzung von Situationen.	„Die Schülerin hat hier die Vorstellung, dass immer eine resultierende Kraft wirken muss, wenn sich etwas bewegt, auch wenn sie das Wort ‚resultierende‘ nicht benutzt [Beobachtung].“ „Die [Schülerin] ist fixiert auf Bewegung.“

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Prognose	Vermutung bzw. Vorhersage für Verhalten von S*S	Eine Vermutung oder Vorhersage für zukünftiges Verhalten oder bereits geschehenes Verhalten der S*S wird geäußert.	„Weil, dieses c), sowohl die Gravitation, als auch die von Derik ausgeübte Kraft, das würde eher zu ihr passen, dass sie das angekreuzt hat.“ „Dann würde der Vergleich mit der Bobbahn vielleicht nicht mehr aufkommen.“	
Frage	Fragen, die S*S gestellt werden könnten, um deren Verständnis besser rekonstruieren zu können.	a) Eine Frage, die man S*S stellen könnte, um das Verständnis der S*S besser rekonstruieren (und darauf basierende besser deuten) zu können wird formuliert. Insbesondere in Sitzung T3 in Zusammenhang mit dem Arbeitsblatt <i>Videoanalyse zu Kraft und Bewegung</i>, wo explizit in (b2) dazu aufgefordert wird eine solche Frage zu formulieren. b) Es wird formuliert, welche Art von Frage man stellen könnte bzw. welchen Inhalt die Frage haben müsste, um das Verständnis der S*S besser rekonstruieren (und darauf basierend besser deuten) zu können.	a) „Wodurch kommt diese Veränderung [der Geschwindigkeit]?“ „Die Frage, ob die Kraft in Richtung der Bewegung oder in Richtung der Geschwindigkeit geht.“ b) „Man könnte irgend eine Frage stellen, die schon einmal in Richtung Geschwindigkeit geht.“ „Irgendwie müsste man noch einmal hinterfragen, ob er das mit der Reibung richtig verstanden hat.“	
Ursachenforschung	Angabe von Erklärungen und Begründungen für die Beobachtungen und Deutungen; Vermutungen darüber, warum etwas passiert sein könnte.	<i>[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Sachspezifisch, Situationsspezifisch und Lernerbiographisch.]</i>		
Sachspezifisch	Die Ursache wird auf einen bestimmten Sachverhalt zurückgeführt.	Erklärung eines Ereignisses unter Rückgriff auf Regeln und/oder Fakten, die den Sachverhalt betreffen (z. B. Erfahrungsbezug, Anforderungsniveau, Schülervorstellungen)	„Es kann sein, dass die Schüler das so denken, weil man Kräfte nicht sehen kann.“ „Alltagserfahrungen legen diese Vorstellung nahe, da unsere Welt nicht reibungsfrei ist.“	
Situationsspezifisch	Die Ursache wird auf die vorliegende Situation zurückgeführt.	Erklärung eines Ereignisses durch andere Ereignisse in der konkreten Situation (z. B. Passung Lernangebot, Formulierungen/Beispiele in der Aufgabe, soziale Rahmenbedingungen)	„[...] dass vielleicht manche Fragen, die die Schüler als zu leicht empfunden haben, dazu geführt haben, dass sie auch den Rest unterschätzt haben.“ „Die Schülerin hat das gesagt bekommen und akzeptiert es.“ „Die eine Schülerin konnte an der Diskussion nicht richtig teilnehmen wegen der Gruppenzusammensetzung.“	
Lernerbiographisch	Die Ursache wird auf die Biographie des Schülers* der Schülerin zurückgeführt.	Erklärung eines Ereignisses mithilfe individueller Merkmale der S*S (z. B. kognitive Fähigkeiten,	„Die Gruppe hat einfach keine Lust die Aufgabe zu bearbeiten.“ „Vielleicht kennt die eine Schülerin das Experiment schon aus einem anderen Unterricht.“	

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
	Beschreibung eines möglichen, an den untersuchten Lehr-/Lernprozess und die darin diagnostizierten Merkmale anknüpfendes Vorgehen, Ableitung einer Regel/Alternativen für zukünftiges Verhalten.	motivationale/volltionale Bereitschaften, häusliche/kulturelle/soziale Situation).		
Konsequenz		[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Gegenstand, Vorgehen, Fallbezogen und Allgemein.] ACHTUNG: Für Konsequenzen MÜSSEN immer 2 der Sub-Codes vergeben werden. Bei einer Konsequenz handelt es sich immer um einen Gegenstand oder ein Vorgehen. Außerdem ist sie immer fallbezogen oder allgemein.		
Gegenstand	Beschreibung was alternativ oder in Zukunft gemacht werden könnte.	Beschreibung welche Sachverhalte bzw. welche Konzepte die S*S (als nächstes) besser verstehen müssten oder was konkret Gegenstand im zukünftigen oder alternativen Unterricht sein müsste.	„Der Schüler müsste zuerst einmal verstehen, dass bei einer Kraft auch immer eine Gegenkraft wirkt.“ „Man sollte hier klären was eigentlich der Impuls ist.“	
Vorgehen	Beschreibung wie alternativ oder in Zukunft vorgegangen werden könnte.	Beschreibung wie Sachverhalte bzw. Konzepte im zukünftigen oder alternativen Unterricht behandelt werden müssten.	„Man kann ein Experiment machen oder eine Animation, wo man die Kraftpfeile sieht und die Schüler können dann sehen, dass die Kraftpfeile immer gleich lang sind.“ „Für den Impuls macht man einfach ein Experiment auf der Luftkissenbahn.“	
Fallbezogen	Die Konsequenz bezieht sich konkret auf den Fall.	Die beschriebene Konsequenz (Gegenstand oder Vorgehen) bezieht sich ausschließlich auf einen Fall, der aus den Daten hervorgeht.	„Die Schülerin muss jetzt zuerst Konzepte zum Impuls lernen.“ „Das Arbeitsmaterial sollte für dieses Experiment noch mehr nach Leistung differenziert werden.“	
Allgemein	Die Konsequenz bezieht sich auf übergeordnete Faktoren, die auch für Unterricht abseits des konkreten Falls gelten.	Die beschriebene Konsequenz (Gegenstand oder Vorgehen) bezieht sich auf Aspekte, die über den Fall, der aus den Daten hervorgeht, hinausgeht. Insb. Regeln oder Standards, die für den Unterricht abgeleitet werden.	„Man muss bei dem Thema einfach immer die Vorerfahrungen der Lernenden mitberücksichtigen.“ „Ich würde sagen, dass ein phänomenbasiertes Konzept immer vor einem modellbasierten Konzept eingeführt werden sollte.“	

Kategorie H3: Fokus der Analyse

Die Codes der Kategorie H3 erfassen, auf welche Personen bzw. auf welche Aspekte die Studierenden ihre Aussagen beziehen. Wird der Code **Analyse** in H1 vergeben, muss auch ein Code in H3 (und H2) vergeben werden. Die Codes sind nicht disjunkt: Besonders **Interaktionsprozesse** müssen parallel auch mindestens einen Code derselben Kategorie aufweisen (**S*S** und/oder **Lehrkraft**), z. B. „Die Lehrerin diskutiert mit den Schülern zuerst im Plenum.“ → Fokus: **Interaktionsprozesse, S*S** und **Lehrkraft**;

Weitere Beispiele für die mehrfache Vergabe von Codes: „Die Schülerinnen verstehen die Aufgabenstellung nicht“ → Fokus: **Material/Instruktion** und **S*S**; „Der Lehrer hat die Aufgabenstellung schlecht gemacht.“ → Fokus: **Material/Instruktion** und **Lehrkraft**;

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Schüler*in (S) / Schüler*innen (S*S)	Beiträge, die sich auf das Verhalten und die Kompetenzen von S*S beziehen (sowohl einzeln, als auch verallgemeinernd).	a) Einzelne oder mehrere S*S werden explizit erwähnt.	a) „Ich würde schon sagen, dass viele Schüler häufig am Unterricht beteiligt waren.“
		b) Auf einzelne oder mehrere S*S wird als aktuell thematisierter Fokus Bezug genommen. Der Fokus auf die S*S muss aus dem Kontext der vorliegenden Daten (Video) deutlich hervorgehen.	b) „Die Schülerin hat das mit der Kraft nicht verstanden richtig.“ „Das was die [S*S] aufgeschrieben haben, ist glaube ich nicht richtig.“ „Sie [S] schreibt in der Arbeitsphase ziemlich viel.“
		c) Das Produkt oder mehrere Produkte, die durch S*S erstellt wurden, werden explizit benannt. Der Fokus auf die S*S muss aus dem Kontext der vorliegenden Daten (insbesondere im Video) deutlich hervorgehen, z. B. durch das Zeigen auf ein S-Produkt.	c) „Was da [von der*S dem S] aufgeschrieben wurde, ist auf jeden Fall richtig.“ „Also, wenn ich mir hier die Lösung [der S*S] mit den Kraftpfeilen ansehe, denke ich schon, dass das prinzipiell gekommt wird.“
Lehrkraft (L)	Beiträge, die sich auf die Lehrkraft (oder den*die Interviewer*in) beziehen.	a) Die Lehrkraft wird explizit erwähnt.	a) „Der Lehrer fragt hier extra noch einmal nach.“ „Hierzu hat der Lehrer nichts gesagt.“ „Ich finde es schon wichtig, dass man als Lehrer, wenigstens als Lehrer, die richtige Antwort weiß.“
		b) Auf die Lehrkraft wird als aktuell thematisierter Fokus Bezug genommen. Der Fokus auf die Lehrkraft muss aus dem Kontext der vorliegenden Daten (insbesondere im Video) deutlich hervorgehen.	b) „Die Aufgaben, die er [L] erstellt hat, sind gut.“ „Danach gibt er [L] die Musterlösung zu dem Experiment mit dem Finger.“

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, ILU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Interaktionsprozesse	Beiträge, die sich auf Interaktionen zwischen Lehrkraft und S/S* oder zwischen einzelnen S*S beziehen.	a) Es wird explizit auf einen Austausch zwischen S*S und der Lehrkraft oder zwischen einzelnen S*S hingewiesen.	a) „Der Lehrer musste hier erst in die Gruppenarbeit eingreifen, damit die beiden es verstanden haben.“ „Die drei [S*S] reden in der Gruppe einfach kaum miteinander.“ „Da müsste man [L] eingreifen, wenn sich die S*S so verhalten.“	
		b) Die Gesprächsstruktur wird thematisiert. Es wird sich darauf bezogen in welcher Form interagiert wird (z. B. Schülergespräch, freies Unterrichtsgespräch, fragenentwickelndes Unterrichtsgespräch).	b) „Der Lehrer steht dann vorne und sammelt einzelne Aussagen der Schüler an der Tafel.“ „Hier besteht so ein Gruppenzwang.“	
Material/Instruktion	Beiträge, die das Material (Arbeitsblätter, Experimentieranleitungen) und/oder die Instruktionen (Arbeitsaufträge und -anweisungen, Unterrichtsmethoden, Zeitmanagement) betreffen.	a) Material, Instruktionen und/oder Methoden werden explizit erwähnt.	a) „Eine genauere Anleitung durch die Arbeitsblätter wäre an dieser Stelle besser gewesen.“ „Die Erklärung, die der Lehrer gerade gegeben hat war ja auch viel zu kompliziert.“ „Das wäre an dieser Stelle eine gute Gelegenheit, um die ‚Think-Pair-Share-Methode‘ zu machen.“	
		b) Auf Material, Instruktionen und/oder Methoden wird als aktuell thematisierter Fokus Bezug genommen. Der Fokus auf Material und/oder Instruktionen muss aus dem Kontext der vorliegenden Daten (insbesondere im Video) deutlich hervorgehen.	b) „[...] und halt einfach ein bisschen offener zu gestalten.“ „Das kann von so weit weg ja niemand [an der Tafel] lesen.“ „Die [Methode, welche] wir in EWL vorgestellt bekommen hatten, wäre an der Stelle aber unangebracht.“	
Experiment	Beiträge, die sich auf Experimente in der Lehr-/Lernsituation beziehen.	a) Experimente oder Teile eines Experimentes (z. B. Konzeption, Aufbau, Durchführung, Sicherheitsaspekte, Ergebnisse) werden explizit erwähnt.	a) „Also die Experimente mit dem Pusten und dem Finger fand ich super.“ „Hier fehlen Teile für den Aufbau des Experimentes.“	
		b) Auf Experimente (im Sinne von a)) wird als aktuell thematisierter Fokus Bezug genommen. Der Fokus auf Experimente muss aus dem Kontext der vorliegenden Daten (insbesondere im Video) deutlich hervorgehen.	b) „Du nimmst dann einfach eine Reibungsfreie Oberfläche, vielleicht eine Luftkissenbahn, und stößt einen Schlitten an.“ „Da [im Experiment] muss man die Kugel immer wieder nach innen stoßen.“	
Sonstiger Fokus		Fokuse, die nicht von den vorher beschriebenen Codes abgedeckt werden, werden angesprochen.		

T. Christoph Münster

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Finale Version

Kategorie H4: Kompetenzaspekt

Die Codes der Kategorie H4 erfassen, auf welche Kompetenzaspekte die Studierenden ihre Aussagen beziehen. Die Codes sind disjunkt, eine Ausnahme bildet der Code **Heterogenität**, der auch parallel vergeben werden kann.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Fachliche Kompetenz	Beiträge über Kompetenzen, die sich auf fachinhaltliche und/oder fachmethodische kognitive Fähigkeiten und motorische Fertigkeiten beziehen.	a) Fachinhaltliche Fähigkeiten und/oder Fertigkeiten (z. B. Wissen über Fachinhalte, Erklären von Phänomenen) werden angesprochen.	a) „Er hat an dieser Stelle verstanden, dass auch eine Gegenkraft vorhanden sein muss, damit der Stein auf dem Tisch liegenbleibt.“ „Mir fällt die Fachsprache auf, die sie durchgängig richtig verwendet.“
		b) Fachmethodische Fähigkeiten und Fertigkeiten (z. B. Wissen über, bzw. Anwendung von Fachmethoden und/oder wissenschaftlichem Arbeiten) werden angesprochen.	b) „Die Gruppe beachtet in ihrer Versuchsdurchführung gar nicht die Variablenkontrolle, da ist kein Bewusstsein für vorhanden.“ „Vor dem Versuch hat er eine Vermutung aufgeschrieben.“
		c) Schülervorstellungen werden angesprochen.	c) „Die Schülerin hat noch die Fehlvorstellung, dass die Gegenkraft am gleichen Körper angreift.“ „Ganz typisch denkt Schüler 1, dass die Kugel im Kreis weiterrollt, wenn er sie gehen lässt.“
Motivation/ Mitarbeit	Beiträge, die auf emotionale-motivationale Aspekte von Kompetenz gerichtet sind und/oder sich auf die Mitarbeit der S*S beziehen.	ACHTUNG: Es kann Aspekte geben, die zwar fachliche Kompetenz beinhalten könnten, dies aber aus der Aussage nicht explizit hervorgeht. Solche Aussagen werden nicht mit <i>fachlicher Kompetenz</i> kodiert. Z. B. können die Studierenden <i>Konzeptualisierungsniveaus</i> nennen, ohne, dass dies fachlich begründet oder mit fachlichem Inhalt gefüllt wird.	
		a) Emotionen, Motivation, Erleben und/oder Selbstkonzept werden angesprochen.	a) „Die Schülerin hat anscheinend gar keine Lust auf die Aufgaben.“ „Sie hat glaube ich das Gefühl, dass sie diese Art von Aufgaben nicht gut kann.“ „Sie ist verwirrt.“
Soziale Fähigkeiten	Beiträge, die auf den sozialen Umgang innerhalb der S*S-Gruppe gerichtet sind.	b) Beteiligung, Involviertheit, Konzentration(fähigkeit) und/oder Aufmerksamkeit werden angesprochen.	b) „Der eine Schüler hört überhaupt nicht zu.“ „Also Schülerin 1 arbeitet sehr viel mit, aber Schülerin 3 macht quasi gar nichts.“
		Beschreibung des sozialen Umgangs zwischen S*S und den Zusammenhalt innerhalb einer Gruppe.	„Vielleicht traut die Schülerin sich da nicht, wenn die anderen ‚nein‘ sagen.“ „Sie gehen harmonisch miteinander um.“

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Allgemeine Fähigkeiten	Beiträge, die sich auf Lese-, Schreib- und Kommunikationskompetenz beziehen.	a) Lese-, Schreib- und/oder Kommunikationskompetenzen werden angesprochen.	a) „Der eine Schüler liest die ganze Zeit die Aufgaben vor, weil die anderen so schlecht vorlesen können.“ „Die Aufgabe hier hat eine große Lesehürde.“	
	Vergleich von S*S: Beiträge, die sich auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede (u. a. von Kompetenzen) zwischen S*S beziehen.	a) Beurteilung von kognitiven, motivationalen, sozialen und volitionalen Fähigkeiten und Fertigkeiten der S*S im Vergleich untereinander. b) S*S werden unterschiedlichen Fähigkeitsniveaus zugeordnet.	a) „S1 weiß schon mehr über das Thema als S2.“ „Die Motivation von der Schülerin war aber viel größer als die Motivation von der anderen, die nur danebenstand.“ „Da würde ich sogar sagen, die eine Gruppe hat mehr verstanden als die andere.“ b) „Also S1 ist eindeutig der Schwächste in der Gruppe, wobei S3 eher so im Mittelfeld liegt. S2 hat die meisten richtigen Aussagen getätigt.“	
Sonstige Kompetenzen		Kompetenzaspekte, die nicht von den vorher beschriebenen Codes abgedeckt werden, werden angesprochen.		

Kategorie H5: Theorie- / Empiriebezug

Die Codes der Kategorie H5 erfassen, auf welche Theorie- und Empiriebezüge die Studierenden ihre Aussagen beziehen. Die Codes sind nicht disjunkt, z.B. „Mit diesem explizit regelbasierten Konzept ist die Schülerin auf Ebene 3.“ → **Zuweisung Ebene, Zuweisung Konz. und Konzept.**

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Schüler- vorstellungen	Beiträge, die sich explizit (unter Nutzung des Begriffs „Schülervorstellung“ oder implizit auf vorhandene, fehlende, passende/unpassende Vorstellungen/Ideen oder Überlegungen von S*S beziehen und (im impliziten Fall) aus Beobachtungs- in der Literatur beschriebener Vorstellungen zuordnen lässt (z. B. Schecker, et al., 2018), aber keinen expliziten Bezug zu anderen Theorie- und Empiriebezügen haben.	Aussagen und Handlungen von S*S werden einer spezifischen Schülervorstellung zugewiesen. D. h., die Schülervorstellung wird umschrieben und/oder benannt: - Es muss sich klar, um eine dokumentierte Schülervorstellung handeln, die in (vorhergehenden) Veranstaltungen thematisiert wurde oder die in der Forschungsliteratur bekannt ist. - Dies kann mit einem expliziten Verweis auf eine Studie oder empirische Erhebung einhergehen. - Das Wort „Schülervorstellungen“ muss kein Indikator dafür sein, dass die Studierenden eine dokumentierte Schülervorstellung thematisieren.	„Der Schüler hat eine Impetusvorstellung.“ „Hier vorne denkt die Schülerin noch, dass eine Kraft nach oben wirken muss, damit der Ball sich bewegen kann.“
	Beiträge, die sich auf LP beziehen. Insbesondere auf die LP zu Kraft und Bewegung (Alonzo & Steedle, 2009; Alonzo & v. Aufschnaiter, 2018).	[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Nennung LP, Zuweisung Ebene, Verteilte Ebenen und Bezug denkbar.]	
Learning Progressions (LP)	Beiträge, in denen LP benannt werden, aber keine Einordnung des Schülerverständnisses stattfindet.	LP oder Teile einer LP werden explizit angesprochen, das Schülerverständnis wird aber weder einer Ebene, noch einem anderen spezifischen Teil der LP zugeordnet: Teile einer LP werden für die fachliche Klärung vorgelesen.	„Hier könnten wir jetzt eine LP nutzen.“ „Das hier [zeigt auf AB] könnte man in der LP verorten.“ „Learning Progressions sind ja schon hilfreich, wenn man nun genauer wissen will, was die Schülerin denkt.“ Studierende liest einen Teil der LP vor: „Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung.“

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Zuweisung Ebene	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen einer bestimmten Ebene der LP zugewiesen werden.	a) Aussagen oder Handlungen von S*S werden explizit einer Ebene der LP zugeordnet. (Studierende benennen die Ebene, ein Konzept/eine Aussage aus der Ebene oder zeigen beim Analysieren auf die Ebene, sodass ersichtlich wird, welche Ebene gemeint ist).	a) „Da würde ich schon sagen, dass sie an der Stelle auf Ebene 3 ist, weil sie bestimmte Aspekte in Ebene 4 noch gar nicht verstanden hat.“ „Der Schüler ist auf Ebene 2.“ „Das hier [zeigt auf Ebene 2] passt eigentlich ziemlich genau zu dem [Schüler], oder?“	
		b) In den Äußerungen der Studierenden ist ersichtlich, dass Aussagen oder Handlungen von S*S einer Ebene zugewiesen werden, ohne, dass ersichtlich ist welche Ebene gemeint ist.	b) „Die Schülerin ist auf der einen Ebene hier.“ „Der Schüler befindet sich klar auf einer Ebene.“	
Verteilte Ebenen	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen mehreren Ebenen der LP zugewiesen werden.	Aussagen und Handlungen von S*S werden nicht nur einer Ebene zugeordnet, sondern unterschiedliche Aspekte werden auf verschiedenen Ebenen der LP eingeordnet oder es wird angesprochen, dass S*S noch nicht komplett bzw. nur ein Teil auf einer Ebene sind.	„Da ist schon noch ein Impetus, also Ebene 2 [Deutung 1, Verteilte Ebene], aber wenn es hier um Bewegung geht, ist sie ja auf jeden Fall schon auf Ebene 3 angekommen [Deutung 2, Verteilte Ebene].“ „Man müsste ihn jetzt von Ebene 1 bei der Bewegung auf Ebene 2 bringen und schauen, dass er zumindest bei der Kraft auf Ebene 2 bleibt oder vielleicht schon teilweise auf Ebene 3 kommt.“ „Der Schüler hat noch nicht alle Konzepte von Ebene 3 verstanden, aber viele kann er schon.“ „Übergang von Ebene 2 zu Ebene 3.“	
Bezug denkbar	Beiträge, in denen Schüleraussagen oder Handlungen nicht explizit mit einer LP in Verbindung gebracht werden, die Nutzung einer LP aber denkbar ist, da ein darin enthaltener Aspekt Teil des Beitrags ist.	Aussagen und Handlungen von S*S werden nicht explizit mit einer LP analysiert oder in Verbindung gebracht. Aus dem inhaltlichen Kontext kann aber geschlossen werden, dass die Möglichkeit besteht, dass eine LP für die Analyse von Schüleraussagen oder Handlungen von den Studierenden genutzt wurde.	„Die Schülerin hat das Verständnis, dass Kraft und Bewegung das Gleiche ist.“ „Also sie glaubt schon, dass Kraft immer mit Bewegung irgendwie verbunden ist.“ „Er denkt quasi, dass man Kraft immer weiter mit draufgeben muss.“	
Konzeptualisierungsniveaus (Konz.)	Beiträge, die sich auf Konz. beziehen (v. Aufschnaiter & Rogge, 2010).	[Weiter ausdifferenziert in den Sub-Codes Nennung Konz., Zuweisung Konz. und Zuweisung Fall/Konzept.]		

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Nennung Konz.	Beiträge, in denen Konz. lediglich benannt werden.	Konz. werden als Gegenstand explizit benannt, ohne dass dabei ein konkretes Konz. genannt wird.	„Hier kann man doch auch wieder mit den Konzeptualisierungsniveaus arbeiten!“ „Das hier ist auf jeden Fall ein Konzeptualisierungsniveau.“ „Konzeptualisierungsniveaus können wir als Kriterium beim Diagnostizieren nutzen.“	
Zuweisung Konz.	Beiträge, in denen konkrete Konz. genannt werden und/oder Schüleraussagen Handlungen einem Konz. zugewiesen werden.	a) „Explorativ“, „Exp“, „intuitiv regelbasiert“, „IRB“, „explizit regelbasiert“ oder „ERB“ wird explizit genannt, ohne, dass Verständnis wird einem dieser Konz. explizit zugeordnet. Über ein bestimmtes bzw. über bestimmte Konz. wird diskutiert. b) Schülerverständnis und/oder Handlungen werden einem Konz. zugeordnet und ggf. mit einem Beispiel begründet.	a) „EXP“, „IRB“, „ERB“ „Wie hieß das noch? Explorativ bedeutet das!“ „Es ist laut der Dozentin ja ziemlich selten, dass mal so eine explizit regelbasierte Äußerung kommt.“ b) „Die haben das mit den Pfeilen einfach mal ausprobiert, also explorativ.“ „An dieser Stelle liegt definitiv ein intuitiv regelbasiertes Verhalten vor.“ „Die Aussage war ja komplett für alles verallgemeinert, also ERB.“ „Sie ist mit ihren Aussagen immer noch nur bei den Fällen.“ „Sie wissen, dass eine Schwerkraft wirkt, aber ein Konzept formulieren sie trotzdem nicht dazu.“ „Im Unterricht sollte man am besten immer erst die Fallebene ansprechen.“	
Zuweisung Fall / Konzept	Beiträge, in denen Schüleraussagen Handlungen einem Fall bzw. einem Konzept zugeordnet werden.	Schüleraussagen bzw. Handlungen werden einem Fall bzw. einem Konzept zugewiesen oder über Fälle bzw. Konzepte wird diskutiert.	„Sie ist mit ihren Aussagen immer noch nur bei den Fällen.“ „Sie wissen, dass eine Schwerkraft wirkt, aber ein Konzept formulieren sie trotzdem nicht dazu.“ „Im Unterricht sollte man am besten immer erst die Fallebene ansprechen.“	
Erfahrungsbezug	Beiträge, die sich auf den Erfahrungsbezug beziehen (v. Aufschneider & Rogge, 2010).	[Weiter ausdifferenziert in den Subkategorien Modellbasiert und Phänomenbasiert .]		
Phänomenbasiert	Beiträge, in denen Schüleraussagen, Handlungen oder Aufgabenaspekte einem phänomenbasiertem Verständnis zugeordnet werden.	Schüleraussagen, Handlungen bzw. Aufgabenaspekte werden explizit einem phänomenbasiertem Verständnis zugewiesen oder es wird darüber diskutiert. Dazu gehören auch Aussagen, die etwas als „erfahrbar“ einstufen.	„Die Aufgabe holt die Schülerinnen ab, weil nur ein phänomenbasiertes Verständnis nötig ist.“ „Diese Aussage würde ich in phänomenbasiert einordnen.“ „Man erfährt es so, dass einen in der Kurve eine Kraft nach außen drückt.“	
Modellbasiert	Beiträge, in denen Schüleraussagen, Handlungen oder Aufgabenaspekte einem modellbasiertem Verständnis zugeordnet werden.	Schüleraussagen, Handlungen bzw. Aufgabenaspekte werden explizit einem modellbasierten Verständnis zugewiesen oder es wird darüber diskutiert. Dazu gehören auch Aussagen, die etwas als „nicht erfahrbar“ einstufen.	„Schülerin 3 hat hier schon eine modellbasierte Vorstellung.“ „Die Zentripetalkraft ist nicht erfahrbar.“ „Du kannst Kräfte halt einfach nicht sehen.“	

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Erleben	Beiträge zu Erlebnisaussagen und -qualitäten.	a) Positives, neutrales oder negatives Erleben wird identifiziert oder es wird darüber diskutiert. b) Es wird auf Erlebnisqualitäten verwiesen, z. B.: Kompetenzerleben, Autonomieerleben, Erleben sozialer Eingebundenheit, Flow oder Frustration.	a) „Das hier ist halt Erleben.“ „Bei der Aufgabe ist es ja unmöglich, dass sie irgendein positives Erleben haben.“ b) „Das merkt man aber auch an der Stelle, dass sie sich richtig schlaue fühlen, totales Kompetenzerleben.“ „Hier sind sie total frustriert.“	
Interesse	Beiträge, die sich auf das (fachspezifische) Interesse beziehen, z. B. mit Bezug auf Interessenstudien, wie der IPN-Häufigkeit & Lehrke, 1998).	Es wird explizit auf Interessenbefunde verwiesen und diese mit dem diagnostizierten Interesse in Bezug gesetzt. Es muss sich klar um einen Bezug zu Theorie/Empirie handeln. Einfache Identifizierungen von Interessenbekundungen, z. B. in der Art von „Die S*5 zeigen Interesse“ zählen nicht als ein solcher Bezug.	„Wir wissen ja, dass Mädchen bei Mechanik nicht so ein hohes Interesse haben, sondern lieber Dinge mit Biologiebezug bearbeiten.“ „In der IPN Interessenstudie kam doch auch raus, dass das genauso ist, wie wir es hier sehen.“	
Anderer Theorie- / Empiriebezug	Beiträge mit Bezug zu Theorie oder Empirie nicht Teil der Lehrveranstaltung ist.	Empirische Befunde und Theorien, die nicht Bestandteil der Lehrveranstaltung sind, werden benannt bzw. in Bezug zum Schülerverständnis gesetzt oder diskutiert. Es muss deutlich sein, dass es sich um einen Theorie-/Empiriebezug handelt. Dies kann z. B. durch Verweise auf Studien und Benennungen anderer Lehrveranstaltungen, in denen der Aspekt thematisiert wurde, benannt werden.	„In der Linguistik wird auch diskutiert, ob Sprachen genetisch oder konstruktiv erworben werden.“ „Das ist so ähnlich wie die Stufen des Begriffsverständnisses in Mathe.“	

Kategorie N1: Rückbezug

Die Codes der Kategorie N1 erfassen auf welche Art von Rückbezug die Studierenden ihre Aussagen beziehen. Die Codes sind disjunkt und können parallel zu allen Codes der Hauptkategorien (H2-H5) vergeben werden.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Situations- gebundener Rückbezug	Die Beiträge beziehen sich auf Aspekte, die auf die vorliegende Situation in den Daten zurückzuführen sind.	a) Rückgriff auf vorliegende Daten, indem Zitate, Zeilenangaben oder Zeiten aus Transkripten, Videos oder Unterrichtsprotokollen thematisiert werden.	a) „In Zeile 17 kann man das noch einmal sehen.“ „Die Schülerin sagt hier bei Minute 4, dass der Stein nach unten fällt, weil eine Gravitationskraft wirkt.“
		b) Die vorliegende Situation wird nacherzählt.	b) „Zuerst hat die Schülerin ja selbst ausprobiert wie es funktioniert [1. Deutung]. Und danach haben es die anderen drei nur nachgemacht [2. Deutung].“ „Die Gruppe bearbeitet gar nicht die Aufgabe [Beobachtung] und spricht über Dinge, die nicht relevant sind [Deutung].“
		c) Deutungen, Ursachen und/oder Konsequenzen werden aus der vorliegenden Situation abgeleitet.	c) „Wegen der schlechten Aufgabenstellung kann die Schülerin die Aufgabe nicht richtig bearbeiten.“ „Ich würde sagen, dass sie hier eine Fehlvorstellung hat, weil sie die Kraftpfeile nicht richtig eingezeichnet hat.“
Situations- übergreifender Rückbezug	Die Beiträge beziehen sich auf Aspekte, die verallgemeinernd in den vorliegenden Daten zu finden sind.	a) Nennung von Verallgemeinerungen, die aus den vorliegenden Daten abgeleitet werden.	a) „Also ganz allgemein müsste man hier dann einfach mehr phänomenbasierte Konzepte einführen, damit die modellbasierten Konzepte überhaupt verstanden werden können.“ „Was sagen wir dann für den ganzen Unterricht? Mehr experimentieren, würde ich sagen!“
		b) Deutungen, Ursachen und/oder Konsequenzen werden aus mehreren einzelnen Situationen abgeleitet.	b) „Also sie haben das ja schon bei Aufgabe 2 hier oben nicht richtig gehabt und bei Aufgabe 3 sieht man noch mal den Impetus. Ganz klar muss man da erst einmal den Impuls einführen.“ „Am Anfang konnten sie es mal und dann wieder nicht. Einmal gelernt ist nicht gekonnt.“
Externer Rückbezug	Die Beiträge beziehen sich auf Aspekte, die auf Ergebnisse außerhalb der vorliegenden Daten zurückzuführen sind.	Nutzung von Beispielen oder Erkenntnissen aus anderen Lehr-/Lernsituationen, die beobachtet, von anderen erzählt oder selbst erlebt/gestaltet wurden.	„Im Fachpraktikum habe ich auch schon erlebt, dass sie mit solchen Aufgaben wirklich Probleme haben können.“ „In unserem geplanten Unterricht haben wir es immer explizit ausformuliert, da wissen die Schüler auch gleich um was es geht.“ „Mein Mentor hat immer so einen Grundschriftplan an der Tafel gehabt und dann sollten sich die Schüler überlegen, wie man Schalter einbaut.“

T. Christoph Münster

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Finale Version

Kategorie N2: Differenziertheit

Die Codes der Kategorie N2 erfassen, welchen Grad der Differenziertheit die Aussagen der Studierenden haben. Die Codes sind disjunkt und können parallel zu Codes der Hauptkategorien (H2-H5) vergeben werden. Dabei gibt es jedoch Ausnahmen und Einschränkungen. **Eine Ausnahme bildet der Code *Beobachtungen* aus der Hauptkategorie H2 *Analyse. Beobachtungen* haben generell keine Differenziertheit, weshalb kein Code der Nebenkategorie N2 zugeordnet wird!** Außerdem gelten folgende Einschränkungen:

Der Code *Dichotom* kann nur den Hauptkategorien H2-H4 zugeordnet werden. Eine Ausnahme bildet dabei der Sub-Code *Bezug denkbar* der Hauptkategorie H5, dem ebenfalls der Code *Dichotom* zugeordnet werden kann. Der Code *Benennung* kann nur der Hauptkategorie H5 zugeordnet werden.

Sollte nicht eindeutig sein, dass es sich um einen der drei Codes handelt, wird Kategorie N2 nicht zwingend vergeben!

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Dichotom	In den Hauptkategorien H2-H4 oder dem Sub-Code <i>Bezug denkbar</i> in H5 werden Äußerungen, Kompetenzen und/oder Handlungen einem dichotomen Wert zugeschrieben.	Das Verständnis, die Kompetenzen und/oder Handlungen der S*S werden dichotom einem Wert zugeschrieben. Z. B. falsch/richtig, gut/schlecht	„Das was die eine Schülerin sagt ist einfach falsch.“ „Sie hat schon ein gutes Verständnis.“
Benennung	In der Hauptkategorie H5 wird der Theoriebezug genannt, aber nicht weiter erörtert. Das Schülerverständnis wird nicht weiter durchdrungen.	Der Theorie-/Empiriebezug wird nur als Schlagwort genannt, bzw. wird eine Schüleraktivität/Schülervorstellung einem Theorie-/Empiriebezug zugewiesen, ohne, dass diese Zuweisung genauer erörtert/begründet wird. • Insbesondere bei Zuweisungen von LP-Ebenen oder Konz.	„Das ist ein IRB.“ „Ebene 3, würde ich sagen.“
Differenziert	In den Hauptkategorien H2-H5 wird das Schülerverständnis genauer umschrieben.	Das Verständnis, die Kompetenzen und/oder Handlungen der S*S werden so genau wie möglich oder mindestens genauer beschrieben. Achtung: Eine Aussage ist ausschließlich dann differenziert, wenn das Verständnis genauer beschrieben wird oder klar deutlich wird, dass es die Begründung für z. B. eine Benennung ist. Indikatoren sind dafür u. a. <i>weil, darum</i> oder <i>deshalb</i> . Eine einfache Beschreibung („S sagt, dass....“) ist noch keine differenzierte Aussage, außer man kann aus dem Kontext heraus schließen, dass mit „sagen“ nicht das Sprechen, sondern das Verständnis zu einem Sachverhalt gemeint ist.	„Das ist ein EXP, weil sie die ganze Zeit am Messen ist und alles erst einmal ausprobiert.“ „Ebene 3, würde ich sagen, weil sie denkt, dass die Richtung der Kraft der Richtung der Geschwindigkeit entspricht.“ „Sie hat ja schon verstanden, dass eine Kraft nur übertragen werden kann, wenn da auch ein Kontakt ist.“

Kategorie N3: Orientierung

Die Codes der Kategorie N3 erfassen, welche Orientierung die Aussagen der Studierenden im Sinne einer subjektiven Einschätzung durch die Studierenden haben. Die Codes sind disjunkt und können parallel zu H4 und H5 vergeben werden.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Kompetenz-orientiert	Beim Beurteilen von Schülervorstellungen und Kompetenzen stehen vorhandene Kenntnisse und Konzepte im Vordergrund.	Schülervorstellungen und Kompetenzen, die die S*S bereits beherrschen, bzw. die bei den S*S schon vorhanden sind, werden aufgegriffen. Achtung: Die angesprochenen Vorstellungen oder Kompetenzen müssen durch die Studierenden mindestens als angemessen oder positiv eingestuft werden. Eine neutrale Umschreibung ist nicht kompetenzorientiert.	„Man merkt an dieser Stelle, dass er das hier mit den Kreisbewegungen schon verstanden hat.“ „Das Experiment hat die Gruppe richtig aufgebaut.“ „Also Bewegung durch den Übertrag von Kraft von Dereks Hand auf den Stein.“ [Als Beschreibung, was S*S für vorhandene fachlich korrekte Kenntnisse und Konzepte haben.]
Anschlussfähig	Beim Beurteilen von Schülervorstellungen und Kompetenzen stehen Kenntnisse und Konzepte im Vordergrund, die S*S teilweise beherrschen.	Schülervorstellungen und Kompetenzen, die die S*S bereits teilweise beherrschen, bzw. die bei den S*S schon teilweise vorhanden und/oder ausbaufähig, aber nicht grundlegend falsch sind, werden aufgegriffen.	„Also, dass die Kraft nach unten wirken muss, hat sie schon verstanden, aber die Impetusvorstellung hat sie noch.“ „Manches war auch richtig.“
Defizitorientiert	Beim Beurteilen von Schülervorstellungen und Kompetenzen stehen fehlerhafte Kenntnisse und Konzepte im Vordergrund.	Schülervorstellungen und Kompetenzen, die die S*S fehlerhaft beherrschen, bzw. die bei den S*S falsch vorhanden sind, werden aufgegriffen.	„Nein guck mal, die hat das einfach nicht begriffen. Sie versteht da die Newtonschen Axiome nicht und auch nicht wieso da oben keine Kraft mehr von Derek wirken kann.“ „Vielleicht auch, weil sie den Impulsbegriff nicht richtig verstanden hat, also, dass am Anfang ein Impuls wirkt.“
Fehlend	Beim Beurteilen von Schülervorstellungen und Kompetenzen stehen nicht vorhandene Kenntnisse und Konzepte im Vordergrund.	Schülervorstellungen und Kompetenzen, die die S*S noch nicht beherrschen, bzw. die bei den S*S noch nicht vorhanden sind, werden aufgegriffen.	„Um auf Ebene 4 zu kommen, fehlt ihr noch die Vorstellung, dass die resultierende Kraft nicht die Richtung der Geschwindigkeit sein muss.“ „Man hat keine Gesamtkraft, also keine Resultierende.“ „Das setzt aber voraus, dass sie Impulse schon gemacht haben.“ [Vorstellung zu Impuls fehlt]

Finale Version

Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

T. Christoph Münster

Kategorie N4: Angemessenheit

Der Code der Kategorie N4 erfasst, ob die Beiträge der Studierenden unangemessen sind. Der Code kann parallel zu H4 und H5 vergeben werden.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Unangemessen	Die identifizierten Kompetenzaspekte (H4) und/oder Theorie-/Empiriebezüge (H5) sind aus fachdidaktischer Sicht falsch zugewiesen.	Die Studierenden identifizieren einen oder mehrere Kompetenzaspekte und/oder einen oder mehrere Theorie-/Empiriebezüge, obwohl diese nach den Definitionen der Lehrveranstaltung falsch identifiziert sind. Code darf nur vergeben werden, wenn die Einschätzung der Studierenden definitiv unangemessen ist.	Ein Studierender identifiziert eine explizite regelbasierte Vorstellung, obwohl die Schülerin das Experiment explorativ ausprobiert und misst. Eine Studierende verortet eine Schülerin auf Ebene 3 der Learning Progression zu Kraft und Bewegung, obwohl sie ausschließlich und durch Verbalisierungen und Handlungen offensichtlich Aspekte der Ebene 1 aufweist.

Kategorie N5: Emotional-motivational

Die Codes der Kategorie N5 erfassen die emotional-motivationale Verfassung der Studierenden. Die Codes sind disjunkt und können parallel zu allen Hauptkategorien (H1-H5) vergeben werden. Kategorie N5 wird ausschließlich in den Videodaten vergeben.

Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele
Positiv	Verbal geäußertes, positives Erleben, das auf Kompetenzerleben schließen lässt und/oder Fähigkeiten/Wissen in positiver Weise hervorhebt oder die persönliche Relevanz von Aspekten betont.	a) Lob bezüglich der eigenen Fähigkeiten/dem eigenen Bearbeitungsprozess bzw. den Fähigkeiten/dem Bearbeitungsprozess der Gruppe. b) Betonung von persönlicher Relevanz eines Aspekts.	a) „Toll, richtig!“ „Das hat Spaß gemacht!“ „Das mit dem Zuordnen haben wir schon ziemlich gut gemacht!“ b) „Das kann einem beim Diagnostizieren in der Schule aber auch gut helfen.“ „Die Sachen sind einfach alle total relevant, weil sie einen starken Praxisbezug haben.“
	Verbal geäußertes, negatives Erleben, das auf Frustration, Unzufriedenheit, Überforderung, Schwierigkeiten oder Resignation schließen lässt.	a) Äußerung von Frust, Langeweile oder negativer Konnotation von Aktivitäten. b) Betonung, dass ein Aspekt keine persönliche Relevanz hat.	a) „Mir ist total langweilig, ich schlafe gleich ein.“ „Tolle Aufgaben sind das hier heute aber nicht.“ „Wieso müssen wir das jetzt schon wieder machen? Das nervt doch.“ b) „Das bringt doch gar nichts, in der Schule brauchen wir das nie wieder.“ „Beim Diagnostizieren hilft einem das überhaupt nicht.“
Schwierigkeit	Verbale geäußertes Erleben, das auf Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Arbeitsaufträge schließen lässt.	a) Äußerungen, in denen explizit gesagt wird, dass die Studierenden Schwierigkeiten haben oder etwas schwer finden. Äußerungen bezüglich fehlender eigenen Fähigkeiten oder zu hohen Anforderungen. b) Äußerungen, die darauf schließen lassen, dass die Studierenden Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Arbeitsaufträge haben, ohne dass dies explizit gesagt wird.	a) „Ich habe irgendwie gerade einen Knoten im Kopf.“ „Hier das Verständnis einzuschätzen ist aber auch super schwer.“ „Das hier kann ich einfach nicht.“ „Die Aufgabe ist zu schwer.“ b) „An dieser Stelle weiß man ja auch gar nicht genau, ob da Fragen geklärt werden oder was da gerade stattfindet.“ „Ich weiß hier überhaupt nicht was die Schülerin für ein Verständnis haben könnte.“
	Verbal geäußertes Erleben, das auf Volition oder Motivation schließen lässt.	Äußerung von (Vor)Freude gegenüber der Veranstaltung, Fachdidaktik der Physik allgemein oder spezifischen Aufgabenstellungen oder positive Konnotation von Aktivitäten.	„In Physikdidaktik macht es immer total Spaß zu arbeiten, weil die Dozentin sich immer viel Zeit für einen nimmt.“ „Also heute habe ich richtig Lust auf die Aufgaben.“

T. Christoph Münster		Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen		Finale Version
Codes	Beschreibung	Indikatoren	Beispiele	
Keine Freude	Verbal geäußertes Erleben, dass auf nicht vorhandene Volition oder Motivation schließen lässt.	Äußerung von Ablehnung gegenüber der Veranstaltung, Fachdidaktik der Physik allgemein oder spezifischen Aufgabenstellungen oder negative Konnotation von Aktivitäten.	„Ich habe auch keine Lust, aber muss halt sein.“ „Die Informatik-Fachdidaktik ist viel besser.“ „Jetzt geht es mir wie den Schülern gestern. Die haben einfach auf ihr Blatt geschrieben, 'Ich habe keinen Bock!'.“	

Anhang D: Diagnosebogen

Code: _____

Datum: _____

D02-1: Videoanalyse zu Kraft und Bewegung

Lesen Sie das jeweilige Transkript immer erst einmal durch, bevor Sie das zugehörige Video schauen!

(d1) und (d2) erst bearbeiten, wenn Sie (a) – (c) für beide Videos abgeschlossen haben.

Video _____	Beantwortung der Fragen (in nachvollziehbaren Stichpunkten)
(a) Streichen Sie alle Aussagen (und alles Verhalten) des*der Schüler*in im Transkript an, die (das) Hinweise auf ihre*seine Verständnis(se) von Kraft und/oder Bewegung geben.	
(b1) Welche(s) Verständnis (se) von Kraft und/oder Bewegungen können Sie anhand der Aussagen (und des Verhaltens) des*der Schüler*in rekonstruieren?	
(b2) Gibt es Fragen , die Sie stellen sollten, um das/die Verständnis(se) besser rekonstruieren zu können?	
(c) Was könnten Gründe dafür sein, dass die*der Schüler*in bestimmte physikalische Ideen (noch nicht) verstanden hat?	
(d1) Was müsste die*der Schüler*in als nächstes lernen ? Beschreiben Sie so genau wie möglich!	
(d2) Wie würden Sie als Lehrkraft den nächsten Lernschritt inhaltlich und methodisch unterstützen ? (Möglichst genau angeben, z. B. Aufgabe, methodisches Vorgehen!)	

Anhang E: Learning Progression-Berichte

Berichte der Learning Progression-Nutzung

Sitzung 3, Gruppe BR11GE, IN17ZE (H1, H2)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H1: Nur Bewegung, wenn eine Kraft wirkt. [1]

H2: Richtungen (Aus Äußerung nicht ersichtlich ob Richtung von Kraft oder Bewegung) [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H1	H2
<u>Eigene Deutung:</u> Nur Bewegung, wenn eine Kraft wirkt [1]	<u>Von LP auf Daten:</u> Überlegung, wie es mit Richtungen bei Schülerin ist. [1]
<u>Eigene Deutung:</u> Stein wird einfach runtergezogen. [3]	<u>Von LP auf Daten:</u> Vorstellung einer resultierenden Kraft ist nicht vorhanden. [2]
<u>Von LP auf Deutung:</u> Man könnte fragen, wo Ball schneller und wo er langsamer wird. [5]	<u>Von LP auf Daten:</u> Dass Schülerin resultierende Kraft nicht versteht, ist an einer Stelle im Transkript gezeigt. [3]
<u>Eigene Deutung:</u> Schülerin muss Unterschied zwischen Kraft und Impuls lernen [6]	<u>Eigene Konsequenz:</u> Beibringen, wieso Ball/Stein nach oben fliegt [4]
	<u>Von LP auf Daten:</u> Weg von Kräften hin Richtung Geschwindigkeit. [6]
	<u>Von LP auf Konsequenz:</u> Schülerin muss resultierende Kraft lernen. [7]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H1: Zusammenhang Kraft Bewegung (Mitte), Kraft (rechts).

H2: Zusammenhang Kraft Bewegung (Mitte), Kraft (links)

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe AN01FR, DO03FR (H3, H4)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H3: Gravitationskraft

H4: Gravitationskraft

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H3	H4
<u>Eigene Deutung:</u> Gravitationskraft verstanden [1] <u>Eigene Deutung:</u> Zusammenhang Kraft und Bewegung nicht verstanden. [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist in der Mitte. [4] <u>Eigene Deutung:</u> Gravitation muss in andere [entgegengesetzte] Richtung gehen. [9] <u>Eigene Deutung:</u> Kraft von der Hand muss stärker sein. [11] <u>Von LP auf Daten:</u> Ebene 3, „sich bewegende Objekte werden auf natürliche Weise langsamer“ hat Schülerin indirekt gesagt. [12] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat nichts zu Geschwindigkeit gesagt. [13] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin muss was zu Beschleunigung wissen, weil sie von Kräften gesprochen hat [18] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin nach Geschwindigkeit fragen. [19] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin versteht nur, dass Ball/Stein runtergeht. [20]	<u>Eigene Deutung:</u> Gravitationskraft nicht verstanden [1] <u>Eigene Deutung:</u> Zusammenhang Kraft und Bewegung verstanden. [3] <u>Eigene Deutung:</u> Kann Kraft und Geschwindigkeit unterscheiden. [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Nicht mehr Ebene 3 [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Hat nicht die Vorstellung, dass es nicht ein Objekt sein muss, dass eine Kraft ausübt. [5] <u>Eigene Deutung:</u> Wenn es nicht Hand oder Gravitationskraft gibt, dann gibt es keine Kraft. [5] <u>Eigene Deutung:</u> Es muss eine konstante Kraft sein, sonst bewegt sich das nicht. [7] <u>Von LP auf Daten:</u> Auf Ebene 2. „Wenn eine Kraft wirkt, bewegt sich das Objekt in Richtung der Kraft. Wenn keine Kraft wirkt, bewegt sich das Objekt nicht. [8] <u>Von Daten auf LP:</u> Verständnis was in Ebene 2 drinsteht. [9] <u>Von Daten auf LP:</u> Ebene 2, es muss immer eine Kraft wirken, damit sich etwas bewegt. [9] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft muss immer in Richtung Bewegung gehen. [9] <u>Eigene Deutung:</u> Es muss eine andere Kraft geben, sonst würde Stein nicht nach oben gehen. [9] <u>Von Deutung auf LP:</u> „Die Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung“ [11] <u>Von LP auf Deutung:</u> Braucht Kraft von der Hand, sonst würde es nicht hochgehen. [11] <u>Von LP auf Deutung:</u> Gibt Gravitationskraft nach unten, aber es muss Kraft nach oben geben. [11] <u>Von LP auf Deutung:</u> Man wirft nach vorne, Kraft geht nach vorne, Gravitation zieht runter. [14] <u>Von Daten auf LP:</u> „Die Richtung der resultierenden Kraft entspricht der Richtung der Bewegung und nicht „der Richtung der Geschwindigkeit [15]

H3	H4
	<u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin spricht nicht von Geschwindigkeit. [15] <u>Von LP auf Daten:</u> Es muss mehr um Bewegung gehen. [15] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat verstanden, dass Kraft nach unten wirkt, [15] <u>Von LP auf Daten:</u> aber für sie wirkt eine größere Kraft nach oben [15/16] <u>Von LP auf Daten:</u> Man kann nach Geschwindigkeit fragen. [17] <u>Von LP auf Daten:</u> Man hat keine Vorstellung davon, ob Schülerin Geschwindigkeit, Kraft, Bewegung und Beschleunigung unterscheiden kann. [17] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin fehlt Impuls. Versteht nicht, wieso es nach oben geht. Fehlt der Geschwindigkeitsvektor, der nach oben geht. [20] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin versteht, dass es gleichzeitig Gravitation gibt [20] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin versteht nur den Prozess nicht, wieso Ball/Stein hoch geht. [20] <u>Eigene Deutung:</u> Warum geht es hoch, wenn nur Gravitationskraft wirkt, die nach unten zieht? [20]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H3: Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

H4: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

H3: Schülerin muss was zu Beschleunigung wissen, weil sie von Kräften gesprochen hat. [18] Die Begründung ist hier nicht passend. Nur weil eine Person etwas verbal zu Kräften äußert, bedeutet dies nicht, dass diese Person auch alle Konzepte beherrscht, die der Themenkomplex Kraft beinhaltet. Man kann über Kräfte sprechen, ohne etwas über Beschleunigung zu wissen.

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H3: Konstante Geschwindigkeit

H4: Konstante Geschwindigkeit.

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H3	H4
<u>Von LP auf Daten:</u> Schüler versteht, dass Schlitten schneller wird, wenn Kraft schneller wird. Beschleunigung wird höher. [25] <u>Von LP auf Deutung:</u> Schüler versteht Bilanzierung von Kräften nicht. [26] <u>Von LP auf Deutung:</u> Für Schüler ist Kraft Geschwindigkeit. [30]	<u>Eigene Deutung:</u> Warum hat Schüler konstante Geschwindigkeit? [22] <u>Von Daten auf LP:</u> Ebene 1 [23] <u>Von LP auf Deutung:</u> Für den Schüler ist Kraft das Gleiche wie Geschwindigkeit. [23] <u>Von LP auf Deutung:</u> Für den Schüler ist Kraft das Gleiche wie Geschwindigkeit. [24] <u>Von LP auf Deutung:</u> $F = m \cdot v$ und nicht $F = m \cdot a$ [25] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat Reibung verstanden [28] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat nicht verstanden, wie Kraft funktioniert [28] <u>Eigene Deutung:</u> Sobald Schüler wusste, dass es schneller wird, [30] <u>Eigene Deutung:</u> hat er gesagt, dass Kraft größer wird. [30] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler hat erst gedacht, dass Geschwindigkeit gleichbleibt. [30] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler hat vermutlich gedacht, dass dann Kraft gleich bleibt. [30] <u>Von Daten auf LP:</u> Deshalb Ebene 2. [30] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler hat gleiche Vorstellung von Kraft und Geschwindigkeit, auch wenn die Übersetzung aus dem Englischen nicht stimmen würde. [31]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H3: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H4: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

H3: Schüler hat „verstanden“; dass die Kraft schneller wird, wenn der Raketenschlitten schneller wird. Also wird auch die Beschleunigung höher [25]. Hier wird suggeriert, dass Kräfte schneller werden können, was fachlich nicht angemessen ist. Außerdem ist „verstanden“ hier eine ungünstige Formulierung.

H4: Schüler hat nicht verstanden, wie Kraft funktioniert. [28] Diese Äußerung wird der Komplexität des Gegenstandes nicht gerecht. Aus ihr kann man nicht ableiten, was der Schüler zum Themenfeld Kraft nicht verstanden haben könnte.

Sitzung 3, Gruppe MO30DA, HI29AS (H13, H5)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H5: Bewegung nur, wenn eine Kraft wirkt. [1]

H13: Einordnen in Ebenen [4]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H5	H13
<u>Eigene Deutung:</u> Bewegung nur, wenn eine Kraft wirkt. [1] <u>Von Deutung auf LP:</u> „Dass das zwar ihre Vorstellung ist. Aber, dass [...] sie ist schon ein bisschen einen Punkt weiter, weil sie weiß ja auch, dass ihre gerade Vorstellung gerade auch nicht ganz richtig ist.“ [5] <u>Von LP auf Daten:</u> Kraft wird übertragen und verbraucht [10] <u>Von Daten auf LP:</u> Wo befindet sich die Schülerin [in LP]? [15] <u>Von LP auf Daten:</u> „Die resultierende Kraft ermittelt sich aus der vektoriellen Addition aller an einem Objekt angreifenden Kräfte inklusive einer auf das bewegte Objekt übertragene Kraft.“ [20] <u>Eigene Deutung:</u> Kraft wird übertragen und verbraucht [24] <u>Eigene Deutung:</u> Gravitationskraft wirkt die ganze Zeit und der Boden auch [24] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin versteht nicht, dass Gravitationskraft die ganze Zeit wirkt. [24] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin weiß, dass es so nicht geht. [24] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin weiter fragen nach Impetuskraft. [24] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin fragen, ob der Boden Kraft auf den Ball übertragen hat. [24]	<u>Von Daten auf LP:</u> „Wenn man das jetzt hier in die Ebenen einordnen würde.“ [4] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist Ebene 3 [16] <u>Von Daten auf LP:</u> „die Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Geschwindigkeit.“ [17] <u>Von Daten auf LP:</u> „Es können Kräfte in eine andere als in die Richtung der Geschwindigkeit“ wirken. [18] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist Ebene 3 [19] <u>Eigene Deutung:</u> Übertragen der Kraft [24] <u>Eigene Deutung:</u> Kraft wird übertragen und verbraucht [24]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H5: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H13: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H5: Kraft ist proportional zu Geschwindigkeit [26]

H13: ---

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H5	H13
Von LP auf Daten: Kraft ist proportional zu Geschwindigkeit [26] Eigene Deutung: Reibungsfreiheit verstanden [28]	

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H5: Kraft

H13: ---

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe IN30BA, SI17DA (H7, H8)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H7: Mehrere Kräfte können wirken [2]

H8: Verbindung von Kraft und Bewegung [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H7	H8
<u>Eigene Deutung:</u> Mehrere Kräfte können wirken [2] <u>Eigene Deutung:</u> Resultierende Kraft in Bewegungsrichtung [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Resultierende Kraft Richtung der Geschwindigkeit [4] <u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte können in eine andere Richtung wirken als Richtung Geschwindigkeit [6] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin versteht, dass Gravitationskraft nach unten wirkt [6] <u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte durch Ziehen und Drücken [8] <u>Eigene Deutung:</u> Resultierende Kraft in Bewegungsrichtung [13] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin eher bei Bewegung und nicht bei Geschwindigkeit, Geschwindigkeiten haben einen Betrag, der geringer werden kann. [16] <u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte werden von einem Objekt ausgeübt und wirken auf ein anderes Objekt. [17] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat es auch mit Gravitationskraft verstanden. [18] <u>Von LP auf Daten:</u> Es ist die Frage, ob Schülerin Kraft in Richtung der Bewegung oder in Richtung der Geschwindigkeit versteht. [20]	<u>Eigene Deutung:</u> „Kraft und Bewegung verbunden“ [1] <u>Von LP auf Daten:</u> Geschwindigkeit oder Bewegung? [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin versteht, dass Gravitationskraft nach unten wirkt [6] <u>Von LP auf Daten:</u> Mehrere Kräfte können wirken [7] <u>Von LP auf Daten:</u> Muss nicht Ziehen oder Drücken sein bei Schülerin. [9] <u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte haben eine Richtung [10] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat auch gesagt, dass [unverständlich] [10] <u>Von LP auf Daten:</u> Kräfte haben eine Richtung hat Schülerin verstanden [10] <u>Greift Deutung von H7 auf:</u> Resultierende Kraft Richtung Bewegung [12] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin denkt, dass noch eine Kraft in Bewegungsrichtung sein muss. [15] <u>Von LP auf Daten:</u> Kann Schülerin das mit Gravitationskraft? [18] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin versteht noch Kraft in Richtung der Bewegung. [18] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist noch bei Bewegung. [20]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H7: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H8: Kraft Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

H7: Betont, dass die Schülerin verstanden hat, dass Kräfte nur bei Kontakt übertragen werden können. Hier wird suggeriert, dass Kräfte übertragen werden können, was fachlich nicht angemessen ist. „verstanden“ ist hier eine ungünstige Formulierung.

H8: ---

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H7: Reibungsfreiheit [21]

H8: Schüler hat nicht verstanden, dass sich Geschwindigkeit auch bei konstanter Kraft erhöht. [21]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H7	H8
<u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat nicht verstanden, dass sich Geschwindigkeit auch bei konstanter Kraft erhöht. [21] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft ist konstant zur Geschwindigkeit [23] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft kann auf Objekt übertragen und mitgenommen werden. Kraft wird über die Zeit verbraucht. [26] <u>Unsicher, ob aus Aussage von H8 oder von LP:</u> Man muss immer weiter Kraft auf Objekt geben, damit es sich bewegt. [31] <u>Von Deutung auf LP:</u> Kraft proportional zu Geschwindigkeit [32]	<u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat verstanden, dass Kraft und Änderung der Geschwindigkeit zusammenhängen müssen. [21] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat nicht verstanden, dass sich Geschwindigkeit auch bei konstanter Kraft erhöht. [21] <u>Von Daten auf LP:</u> Wenn etwas beschleunigt, muss Kraft größer werden. [23] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft nicht proportional zu Beschleunigung. [23] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft proportional zu Geschwindigkeit [23] <u>Von LP auf Daten:</u> Zu Richtung findet man nichts in Daten [25] <u>Von Daten auf LP:</u> Kräfte durch Ziehen oder Drücken ausgeübt. [27] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler hat gehört, dass etwas konstant ist. [28] <u>Von Daten auf LP:</u> Kräfte können verbraucht werden. [29] <u>Von Deutung auf andere Theorie:</u> Kräfte werden verbraucht wegen Reibung im Alltag [30] <u>Von Deutung auf LP:</u> Kraft proportional zu Geschwindigkeit [31] <u>Von LP auf Konsequenz:</u> Schüler muss verstehen, dass konstante Geschwindigkeit, wenn kurz eine Kraft wirkt, wenn nicht noch eine Kraft hinzukommt. [33]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H7: Zusammenhang Kraft-Bewegung Kraft.

H8: Zusammenhang Kraft-Bewegung, Kraft

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe MA07LI, KA09BU (H9, H10)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H9: Ebene 2, Bewegung gleich aktive Kraft [4]

H10: Dinge bewegen sich nur, wenn eine Kraft auf sie wirkt. [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H9	H10
<u>Von LP auf Daten:</u> Ebene 3 zu hoch. [7] <u>Von LP auf Daten:</u> Es bleibt nur Ebene 2 [8] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin hat verstanden, dass Gravitation nur in eine Richtung zieht [16] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin sagt, dass eine Kraft wirkt, die nach oben zieht. [16] <u>Von LP auf Konsequenz:</u> Begriffe Kraft und Bewegung verstehen. [18]	<u>Von Daten auf LP:</u> Dinge bewegen sich nur, wenn eine Kraft auf sie wirkt. [2] <u>Von Daten auf LP:</u> Hier [zeigt auf LP] ist die Schülerin schon [2] <u>Von Daten auf LP:</u> Momentan noch da [zeigt auf eine Ebene] [2] <u>Von Deutung auf LP:</u> Ebene 2, Bewegung gleich aktive Kraft [4] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist in Punkten schon bei Ebene 3 [5] <u>Von LP auf Daten:</u> Es passt, dass Schülerin auf Ebene 3 ist. [6] <u>Von LP auf Daten:</u> „Es wirkt eine Kraft, sie wird mit der Zeit verbraucht.“ ist zu hoch. [7] <u>Von LP auf Daten:</u> Da [zeigt auf LP] ist Schülerin nicht [9] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin zwischen Ebenen [10] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist hier [zeigt auf LP] [11] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist noch weiter unten, weil sie den einen Punkt der Ebene „nicht blickt“ [12] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin nutzt das Wort Kraft für alle möglichen Bewegungsdinge [15] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin wirft Kraft und Geschwindigkeit durcheinander [16] <u>Eigene Deutung:</u> Wenn man Geschwindigkeit in ihre Äußerungen einsetzen würde, wären sie richtig. [16] <u>Von LP auf Konsequenz:</u> Schülerin muss erst einmal verstehen, dass Kraft kein Wort für Bewegung ist. [18]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H9: Zusammenhang Kraft-Bewegung, Kraft

H10: Zusammenhang Kraft-Bewegung, vereinzelt Kraft

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H9: ---

H10: Unterschied Kraft und Bewegung

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H9	H10
	<u>Von LP auf Daten:</u> Unterscheidung zwischen Kraft und Bewegung [20] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler denkt, dass die Kraft steigen muss, weil der Raketenschlitten schneller wird. <u>Eigene Deutung:</u> Zusammenhang schnellere Bewegung, Kraft macht gefühlt mehr Sinn. [20]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H9: ---

H10: Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe HI07HA, LY26DI (H14, H15)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H14: Objekt bewegt sich in Richtung Kraft [1]

H15: Gravitation wirkt immer [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H14	H15
<u>Von LP auf Daten:</u> Objekt bewegt sich in Richtung Kraft [1] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin weiß in welche Richtung die Gravitationskraft wirkt. [5] <u>Von LP auf Daten:</u> Objekt bewegt sich in Richtung Kraft [6] <u>Von LP auf Daten:</u> Das [zeigt auf LP-Eben] wird nicht ihr Verständnis sein. [6] <u>Von Daten auf LP:</u> „das“ [zeigt auf LP] hat sie [11] <u>Von LP auf Daten:</u> „das“ [Ebene] ist zu viel [13] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin weiß nicht, ob die Hand eine Kraft ausübt oder nur Gravitation. [14] <u>Von LP auf Daten:</u> Addition von zwei Kräften ist nicht in ihren Aussagen [15] <u>Von Daten auf LP:</u> Ebene 2 [16] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat verstanden, dass Kräfte eine Richtung haben. [17] <u>Von LP auf Daten:</u> Kraft wird von Hand auf Stein übertragen. [18] <u>Von LP auf Daten:</u> Thema Bewegung nicht in Daten. [20] <u>Von LP auf Deutung:</u> Frage was man dem Stein übertragen hat. [31] <u>Von LP auf Deutung:</u> Frage „Was passiert mit der übertragenen Kraft?“ [33] <u>Von Deutung H15 auf eigene Deutung:</u> „Was hat man übertragen?“ [38] <u>Eigene Deutung:</u> Weg von Kraftübertragung. [39] <u>Eigene Deutung:</u> Von einem Objekt muss aktiv eine Kraft wirken, um das Objekt bei seiner Bewegung zu beeinflussen. [43]	<u>Von Daten auf LP:</u> „das“ [zeigt auf LP] fehlt [7] <u>Von Daten auf LP:</u> „das“ [zeigt auf LP] ist (nicht) vorhanden [8] <u>Von Daten auf LP:</u> „das“ [zeigt auf LP] hat sie [9] <u>Von Daten auf LP:</u> „das“ [zeigt auf LP] hat sie [10] <u>Eigene Deutung:</u> Verständnis eher bei Impuls [19] <u>Von LP auf Daten:</u> Man müsste sich zu Bewegung etwas aus dem Ärmel ziehen [24] <u>Von Daten auf LP:</u> Zwei verschiedene Kräfte an einem Objekt [25] <u>Von Daten auf LP:</u> Zwei verschiedene Kräfte an einem Objekt [27] <u>Von LP auf Deutung:</u> Frage: „Muss es unbedingt eine Kraft sein?“ [29] <u>Von LP auf Deutung:</u> Frage „Was hat man dem Stein übertragen?“ [30] <u>Von LP auf Deutung:</u> Kraft kann nicht verschwunden sein. <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin geht davon aus, dass eine Kraft hinzukommt. [40] <u>Eigene Deutung:</u> Gravitation wirkt immer, deshalb muss auch eine weitere Kraft nach oben wirken. [41]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H14: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

H15: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H14: ---

H15: Hier [zeigt auf LP] beim Pfeil haben wir das gleiche. [46]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H14	H15
	Von LP auf Daten: Hier [zeigt auf LP] beim Pfeil haben wir das gleiche. [46]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H14: ---

H15: Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe WE13SA, FU26AL (N1, N2)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N1: Bewegung hat eine Richtung [3]

N2: Schülerin ist auf Ebene 2 [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N1	N2
<u>Von Daten auf LP:</u> Bewegung hat eine Richtung [1] <u>Von Daten auf LP:</u> Bewegung hat eine Richtung [3] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin hat verstanden, dass es Kräfte gibt, die auf Objekte wirken [4] <u>Eigene Deutung:</u> Objekt bewegt sich wegen Gravitation [6] <u>Von Daten auf LP:</u> Damit Objekte sich bewegen muss eine Kraft wirken. [8] <u>Von Daten auf LP:</u> Richtung in der die Kraft wirkt ist Bewegungsrichtung [9] <u>Eigene Deutung:</u> Bewegungsrichtung eines Objekts wird durch Kraft bestimmt. [10] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft und Bewegung zeigen in die gleiche Richtung [11] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin bilanziert keine Kräfte. [12] <u>Eigene Deutung:</u> Damit sich etwas nach oben bewegt braucht es eine Kraft. [13] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin bilanziert keine Kräfte. [15] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft hat eine Richtung, das ist Bewegungsrichtung. Verortung in Ebene. [18] <u>Eigene Deutung:</u> Es bewegt sich nach oben und du hast eine Kraft nach oben [20] <u>Eigene Deutung:</u> Frage: Wieso fällt der Ball irgendwann wieder runter? Was muss sich ändern, damit sich die Bewegungsrichtung ändert? [24] <u>Eigene Deutung:</u> Frage: Gäbe es eine Kraft die nach oben wirkt? Wie würde sich diese plötzlich ändern? [26]	<u>Von Daten auf LP:</u> Ebene 2 [2] <u>Von Daten auf LP:</u> Objekte bewegen sich [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft in Richtung Bewegung [23] <u>Eigene Deutung:</u> Frage: Welche Kraft nach oben und wo ist sie denn hin, wenn das Objekt nach unten fällt? [28] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft wirkt auch nach Berührung auf Objekt. [30]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N1: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung,

N2: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N1: Konstante Geschwindigkeit, aber Beschleunigung [33]

N2: Kraft muss größer werden [34]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N1	N2
<u>Eigene Deutung</u>: Konstante Geschwindigkeit, aber Beschleunigung [33] <u>Von LP auf Deutung</u>: Schüler hat mehr verstanden als Ebene 1. [46] <u>Von LP auf Deutung</u>: Schüler denkt im „Ding“ Kraft, aber irgendwas mit Beschleunigung. [51] <u>Von Deutung auf LP</u>: Wenn etwas mit Kraft ist, muss irgendwas mit Beschleunigung sein. [52] <u>Von LP auf Deutung</u>: Fragen warum Geschwindigkeit konstant aber Beschleunigung [55] <u>Von LP auf Deutung</u>: Schüler fragen, was mit Kraft, Geschwindigkeit und Beschleunigung? [56] <u>Von LP auf Deutung</u>: Nach Kraft und Geschwindigkeit fragen [59] <u>Eigene Deutung</u>: Schüler ist durcheinander mit Begriffen. [60] <u>Eigene Deutung</u>: Begriffe aufdröseln [61] <u>Eigene Deutung</u>: Fragen über welche physikalische Größe gesprochen wird. [64] <u>Von LP auf Deutung</u>: Kraft und Beschleunigung das Gleiche [67] <u>Von Daten auf LP</u>: Schüler hat Verständnis, dass verschiedene Kräfte an einem Körper angreifen können. [68] <u>Von Daten auf LP</u>: Mehrere Kräfte wirken an einem Objekt und können dessen Bewegungszustand ändern. [70] <u>Von Daten auf LP</u>: Mehrere Kräfte wirken an einem Objekt und können dessen Beschleunigung ändern. [76] <u>Eigene Deutung</u>: Schüler hat noch nicht ganz verstanden, wie man Kräfte bilanziert. [82] <u>Eigene Deutung</u>: Abwärtsbewegung, Gravitation und Reibung als Beispiel. [83] <u>Eigene Deutung</u>: Abwärtsbewegung, Gravitation und Reibung sind Sachen, die der Schüler	<u>Eigene Deutung</u>: Kraft muss größer werden [34] <u>Eigene Deutung</u>: Geschwindigkeit bleibt gleich, aber alles andere wird größer. Ist falsch. [37] <u>Von Deutung auf LP</u>: Schüler zwischen zwei Ebenen [39] <u>Von Deutung auf LP</u>: Schüler ist auf Ebene 1. [45] <u>Von Daten auf LP</u>: Schüler hat verstanden wie gewisse Kräfte wirken [47] <u>Von Daten auf LP</u>: Schüler hat von allen Ebenen etwas [48] <u>Von Daten auf LP</u>: Einzelne Ebenen passen [49] <u>Von Daten auf LP</u>: Seltsame Zuweisung [50] <u>Eigene Deutung</u>: Schüler hat kein richtiges Verständnis von Beschleunigung [54] <u>Eigene Deutung</u>: Fragen was schneller und schneller bedeutet. <u>Von LP auf Deutung</u>: Kraft und Beschleunigung das Gleiche [66] <u>Eigene Deutung</u>: Als Beispiel „bergab“ [85]

N1	N2
zusammenwirft, die einen Einfluss auf die Beschleunigung haben. [84]	

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N1: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung,

N2: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe GI26GA, HE26BI (N3, N4)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N3: Gravitationskraft nicht richtig verstanden [11]

N4: Ziehen und Drücken [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N3	N4
<u>Von Deutung auf LP:</u> Gravitationskraft nicht richtig verstanden. Das ist in ihrer Ebene eingebunden. [12]	<u>Von Daten auf LP:</u> Ziehen und Drücken [1] <u>Eigene Deutung:</u> Keine Verbindung zwischen Kraft und Beschleunigung [2] <u>Von Deutung auf LP:</u> Kraft ist Bewegung [3] <u>Von Deutung auf LP:</u> Kraft ist Bewegung, Ebene 1 [4] <u>Eigene Deutung:</u> Keine Bewegung ohne Kraft [5] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin versteht nicht, was Ball nach oben bewegt, ohne das Gravitation ihn runterzieht. [7] <u>Eigene Deutung:</u> Gravitation passt nicht in ihr Bild. [8] <u>Von LP auf Deutung:</u> Schülerin hat Gravitation nur in ihrer Ebene verstanden. Gravitation sorgt dafür, dass ein Körper sich in natürlicher Weise nach unten bewegt. [9] <u>Eigene Deutung:</u> Waagerechten Wurf nicht verstanden. Der hat nicht die gleiche Richtung wie die Kraft geht. [20] <u>Von LP auf Daten:</u> Ebene 1, Kräfte können ziehen oder drücken. [54] <u>Von LP auf Daten:</u> „Schwere Objekte haben mehr Kraft als leichte. Schwere Objekte haben mehr Kraft.“ Darüber sagt Schülerin nichts. [56] <u>Von LP auf Daten:</u> Objekte bewegen sich oder tun das nicht. Bewegung hat eine Richtung. Das hat Schülerin verstanden [58]. <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist in Ebene 2. [59] <u>Von LP auf Daten:</u> Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung. [60] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat nicht, dass Kraft, Bewegung und Geschwindigkeit verschiedene Wörter für das Gleiche sind [61] <u>Von LP auf Daten:</u> Richtung der Kraft ist Richtung der Bewegung [61] <u>Von LP auf Daten:</u> Wenn sich etwas bewegt, wirkt auch eine Kraft in Richtung der Bewegung. Wenn es keine Bewegung gibt, wirkt auch keine Kraft [63] <u>Von LP auf Daten:</u> Wenn eine Kraft wirkt, bewegt sich Objekt in die Richtung. Wenn keine Kraft

N3	N4
	wirkt, hört es damit auf, sobald die Kraft verschwunden und verbraucht ist. [64] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist nicht Ebene 3 [65] <u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin ist Ebene 2. [66]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N3: Kraft

N4: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N3: Schüler nutzt Geschwindigkeit anstatt Beschleunigung. [22]

N4: Frage nach mehr Kraft auf einer reibungsfreien Fläche. [21]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N3	N4
<u>Von LP auf Daten:</u> Schüler nutzt Geschwindigkeit anstatt Beschleunigung. [22] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler bringt Fachbegriffe durcheinander. [28] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler hat Prinzip von Kraft, Geschwindigkeit, Geschwindigkeitänderung verstanden. [29] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler hat Prinzip von Kraft, Geschwindigkeit, Geschwindigkeitänderung verstanden. [31] <u>Eigene Deutung:</u> Er muss mehr Gas geben, um schneller zu werden [37] <u>Eigene Deutung:</u> Idee von Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsänderung hat Schüler erfasst. [39] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler fehlt etwas von Reibungsfreiheit. [40] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler versteht Kraft gleich Änderung der Geschwindigkeit [43]	<u>Eigene Deutung:</u> Frage nach mehr Kraft auf einer reibungsfreien Fläche. [21] <u>Von Deutung auf LP:</u> Begriffe sind Schüler nicht klar. Ebene 2. [25] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat ein bisschen verstanden, dass Kraft nicht direkt Bewegung ist und dass das was mit Geschwindigkeit und Bewegung zu tun hat. [26] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler würfelt Begriffe durcheinander. [27] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat Reibungsfreiheit nicht erfasst. [35] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat Reibungsfreiheit nicht erfasst. [38] <u>Von LP auf Deutung:</u> Aus einer Kraft folgt eine Bewegung, das versteht der Schüler. [41] <u>Von LP auf Deutung:</u> Schüler versteht die Änderung des Bewegungszustandes („das ist eins drüber“) [42]

N3	N4
<u>Eigene Deutung:</u> Schüler meint man muss mehr Gas geben. [48] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler versteht Teil auf Ebene 4. [69] <u>Von LP auf Daten:</u> Sich bewegende Objekte werden auf natürliche Weise langsamer. [75] <u>Von LP auf Daten:</u> Reicht noch nicht für Ebene 4. [77] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler noch nicht bei „Eine Kraft kann auf ein sich bewegendes Objekt übertragen werden. Sie wird mit der Zeit verbraucht.“ [79] <u>Von Daten auf LP:</u> Die Daten zeigen nicht, ob Schüler Reibungsfreiheit versteht auf Ebene 3 oder 4. [84] <u>Von Daten auf LP:</u> Kann die Begriffe fachsprachlich nicht trennen. [89] <u>Von Daten auf LP:</u> Frage, ob Schüler Begriffe nicht versteht oder nur nicht richtig benennen kann. [91] <u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat ein Problem mit dem Auseinanderhalten der Fachbegriffe. [97]	<u>Eigene Deutung:</u> Schüler würfelt Geschwindigkeit und Beschleunigung durcheinander. [44] <u>Von LP auf Deutung:</u> Schüler versteht nur Bewegungszustand. [45] <u>Von LP auf Daten:</u> Schüler versteht, dass Kraft die Änderung des Bewegungszustandes ist [68] <u>Von LP auf Daten:</u> Richtung der resultierenden Kraft entspricht der Richtung der Geschwindigkeit, hat Schüler verstanden. [70] <u>Von LP auf Daten:</u> Geschwindigkeit hat einen Betrag und eine Richtung. [71] <u>Von LP auf Daten:</u> Geschwindigkeit ist konstant, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern. [72] <u>Von LP auf Daten:</u> Sich bewegende Objekte werden natürlicherweise langsamer. [74] <u>Von LP auf Daten:</u> Der Schüler ist Ebene 3 [75] <u>Von LP auf Daten:</u> Der Schüler kratzt Ebene 4 schon an, hat aber noch nicht erfasst, was Beschleunigung bedeutet. [76] <u>Von LP auf Daten:</u> Reicht nicht für Ebene 4. [78] <u>Von LP auf Daten:</u> Man kann nichts zu sagen, ob Schüler bei „Eine Kraft kann auf ein sich bewegendes Objekt übertragen werden. Sie wird mit der Zeit verbraucht.“ ist. [80] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler übersteigt Ebene 2. [80] <u>Von Daten auf LP:</u> Schüler zeigt nicht, dass er alles auf Ebene 3 versteht [82] <u>Von Daten auf LP:</u> Versteht Zusammenhang Geschwindigkeit und Beschleunigung nicht. [85] <u>Von Daten auf LP:</u> Kann die Begriffe nicht trennen. [88] <u>Von Deutung auf LP:</u> Für Ebene 4 ist es Voraussetzung diese Begriffe trennen zu können. [90] <u>Von LP auf Daten:</u> Hier [LP-Ebene] will Schüler sagen er wird schneller und schneller. [92] <u>Von LP auf Daten:</u> Hier [LP-Ebene] hätte Schüler sagen müssen er wird sich mit konstanter Beschleunigung bewegen. [93] <u>Von LP auf Daten:</u> Wird auch schneller und schneller [94] <u>Von Deutung auf LP:</u> Schüler die Frage stellen „Was ist Geschwindigkeit und was Beschleunigung?“ [96] <u>Von Deutung auf LP:</u> Schüler die Frage stellen „Was ist Geschwindigkeit und was Beschleunigung?“ [101] <u>Eigene Konsequenz:</u> Man kann dann sagen, ob Schüler es verstanden hat. [102] <u>Eigene Deutung:</u> Man kann auslegen, dass Schüler es verstanden hat. [103] <u>Eigene Deutung:</u> Unsicher, ob Schüler es verstanden hat. [104]

N3	N4
	<u>Eigene Deutung:</u> Kann der Schüler die Begriffe nicht trennen? [107] <u>Eigene Deutung:</u> Haben Begriffe für Schüler keine Trennung? [108] <u>Eigene Deutung:</u> Könnte sein, dass Schüler Begriffe nicht trennen kann oder sie für ihn keine Bedeutung haben. [109]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N3: Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

N4: Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe SC20NI, OF22CH (N5, N6)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N5: Hat kein Verständnis von Bewegung. [9]

N6: Kraft wird übertragen [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N5	N6
<u>Eigene Deutung:</u> Hat kein Verständnis von Bewegung. [9] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat verstanden „Geschwindigkeit ist konstant, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern.“ [13] <u>Von LP auf Daten:</u> Diesen Punkt [zeigt auf LP] hat Schülerin nicht verstanden. [14] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist der Meinung, dass Bewegung [15] <u>Eigene Beobachtung:</u> Im Video wird nur über Kräfte gesprochen. [nicht über Bewegung] [20] <u>Von LP auf Daten:</u> Welches Verständnis von Bewegung hat die Schülerin? [25] Von LP auf Daten: Schülerin argumentiert mit Ziehen und Drücken. [32] <u>Von Daten auf LP:</u> Man könnte eine Frage zu Bewegung stellen. [33] <u>Von Daten auf LP:</u> Man müsste eine Frage bezüglich Geschwindigkeit stellen. [35] <u>Eigene Konsequenz:</u> Dann verdeutlichen, dass keine Kraft bei Hand wirkt, aber Gravitation noch da ist. Geschwindigkeit deshalb nicht konstant ist. [38] <u>Von Daten auf LP:</u> Konstante Geschwindigkeit hat Schülerin teilweise verstanden. [46] <u>Von Daten auf LP:</u> Konstante Geschwindigkeit hat Schülerin teilweise nicht verstanden. [47] <u>Von Daten auf LP:</u> Konstante Geschwindigkeit hat Schülerin teilweise (nicht) verstanden, weil ihr das mit Reibungsfreiheit klar ist [48] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist nicht auf Ebene 3. [52] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat verstanden, „Zu einem Zeitpunkt können verschiedene Kräfte an einem Objekt angreifen.“. [56] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin kann nicht alle Konzepte zu Kraft auf Ebene 3. [57] <u>Von Daten auf LP:</u> Bei Kraft bei einem Übergang auf eine höhere Ebene [60] <u>Eigene Konsequenz:</u> Es müsste behandelt werden, dass Gravitationskraft noch da ist, wenn Bewegungsrichtung vertikal ist. [63]	<u>Eigene Deutung:</u> Kraft wird übertragen [1] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin hat verstanden, dass keine Kraft mehr wirkt, wenn man mit Schläger gegen Objekt auf Eis schlägt. [2] <u>Eigene Deutung:</u> Schülerin kann Kraft und Bewegungsrichtung nicht verknüpfen. [6] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat verstanden „Kräfte werden von einem Objekt ausgeübt und wirken auf ein anderes Objekt.“ [7] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat Verständnis von Kraft. [8] <u>Von Daten auf LP:</u> „Die Richtung der Änderung der Geschwindigkeit muss nicht der Richtung der Geschwindigkeit entsprechen“ hat Schülerin nicht verstanden. [10] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist über Ebene 2, Kraft entspricht Richtung der Bewegung, hinaus. [11] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin hat verstanden „Es können Kräfte in eine andere Richtung wirken als die Richtung der Geschwindigkeit.“ [12] <u>Von LP auf Daten:</u> Geschwindigkeit bei Bewegung verstanden? [16] <u>Von LP auf Daten:</u> „Bewegung hat eine Richtung, z. B. rauf oder runter, vorwärts, rückwärts, links, rechts. Auf ein Objekt zu oder von ihm weg.“ und „Objekte bewegen sich oder tun das nicht.“ [17] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin bei Bewegung schon auf Ebene 3. [18] <u>Von Daten auf LP:</u> Weil sie hat noch nicht, dass Geschwindigkeit konstant ist, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern. [19] <u>Von LP auf Deutung:</u> Man müsste mehr auf Bewegung eingehen. [21] <u>Von LP auf Deutung:</u> Man müsste mehr auf Bewegung eingehen. [23] <u>Von Daten auf LP:</u> Einfach Ebene 4? [26] <u>Von Daten auf LP:</u> Wobei Schülerin das nicht drauf hat: „Die resultierende Kraft ermittelt sich aus der vektoriellen Addition aller an einem Objekt angreifenden Kräfte.“ [27]

N5	N6
	<u>Von Daten auf LP</u>: Man könnte auf vektorielle Addition eingehen. [30] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei Kraft auf Ebene 2. „Kräfte werden durch Ziehen oder Drücken ausgeübt. [31] <u>Eigene Konsequenz</u>: Zusammenhang zwischen horizontal und vertikal stellen. [37] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei Kraft: Kräfte durch Ziehen und Drücken [39] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei Kraft: Vektorielle Addition nicht verstanden. [40] <u>Von Daten auf LP</u>: Resultierende Kraft nicht verstanden. [41] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei Bewegung: Kein Konzept von Geschwindigkeit vorhanden. Objekte bewegen sich oder nicht [42] <u>Von Daten auf LP</u>: Bewegung hat eine Richtung. [43] <u>Von Daten auf LP</u>: Vorstellung Bewegung hat eine Richtung hat Schülerin konstant. [44] <u>Von Daten auf LP</u>: Darauf eingehen, dass Geschwindigkeit konstant ist. [45] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin hat Prinzip der vektoriellen Addition nicht verstanden [50] <u>Eigene Deutung</u>: In Daten wird nicht aufgeführt, was ihr weiteres Verständnis zu Bewegung ist. [51] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist bei Kraft und bei Bewegung auf Ebene 2. [53] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin kann Konzepte zu Kraft auf Ebene 3. [54] <u>Von Daten auf LP</u>: Ebene 3, weil „Zu einem Zeitpunkt können verschiedene Kräfte an einem Objekt angreifen.“. [55] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist bei Bewegung auf Ebene 2. [58] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist bei Kraft im Umschwung auf höhere Ebene [59] <u>Eigene Ursache</u>: Zusammenhang Kraft-Bewegung wurde nicht intensiv genug behandelt. [61] <u>Von Deutungen auf LP</u>: Schülerin ist auf einem niedrigen Stand der Learning Progression. Ebene 2. [65] <u>Von Ursache auf LP</u>: Im Unterricht wurde nicht erkannt, dass die Schülerin auf Ebene 2 ist und mehr Förderung benötigt. [65]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N5: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

N6: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N5: Zusammenhang zwischen Bewegung und Geschwindigkeit fehlt. [66]

N6: Es ist die Frage, ob Schüler Geschwindigkeit und Beschleunigung in einem meint [69]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N5	N6
<u>Von Daten auf LP:</u> Zusammenhang zwischen Bewegung und Geschwindigkeit fehlt. [66]	<u>Eigene Deutung:</u> Es ist die Frage, ob Schüler Geschwindigkeit und Beschleunigung in einem meint, [69]
<u>Von Daten auf LP:</u> Geschwindigkeit mit Kraft gleichgesetzt. [74]	<u>Eigene Deutung:</u> Oder es nicht genauer ausgeführt hat. [70]
<u>Von Daten auf LP:</u> Schüler ist Ebene 1. [75]	<u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat Bewegung drauf. [71]
<u>Von Daten auf LP:</u> Kraft, Bewegung, Geschwindigkeit sind verschiedene Wörter für das Gleiche. [77]	<u>Von Daten auf LP:</u> Wenn Ding schneller wird, wird Kraft immer größer. [73]
	<u>Von Daten auf LP:</u> Ebene 1 wäre schlecht.
	<u>Eigene Deutung:</u> Schüler hat eine Vorstellung von Beschleunigung [79]
	<u>Von Daten auf LP:</u> Schüler ist für einzelne Bewegungen schon hier [zeigt auf LP]. [80]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N5: Zusammenhang Kraft-Bewegung

N6: Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 3, Gruppe FR30AN, LI07DO (N7, N8)

- Video Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N7: Im Unterricht vorher wurde nicht gut zwischen Kraft, Geschwindigkeit und Anfangsgeschwindigkeit unterschieden. [1]

N8: Bewegung nur durch kontinuierliche Kraft. [7]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N7	N8
<u>Eigene Ursache:</u> Im Unterricht vorher wurde nicht gut zwischen Kraft, Geschwindigkeit und Anfangsgeschwindigkeit unterschieden. [1] <u>Eigene Deutung:</u> Bewegung hat immer etwas mit Kraft zu tun. [2] <u>Eigene Deutung:</u> Bewegung muss von einer Kraft ausgehen. [4] <u>Eigene Deutung:</u> Bewegung kann nur von einer Kraft bestehen, die dauerhaft wirkt. [5] <u>Eigene Konsequenz:</u> Basierend darauf, dass bei Gravitation keine Berührung vorhanden sein muss, muss eine Kraft nicht immer mit Berührung zu tun haben. [12] <u>Von Daten auf LP:</u> Ruhezustand hier [zeigt auf LP], Ebene 3 [14, 16] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist noch nicht ganz auf Ebene 3. [17] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist nicht auf Ebene 1. [21] <u>Von Daten auf LP:</u> „Eine Kraft kann auf ein sich bewegendes Objekt übertragen werden und von dem Objekt mitgenommen werden. Solche Kräfte werden während der Bewegung mit der Zeit verbraucht.“ Ist Denken der Schülerin zu Kraft. [23] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin denkt, dass Kraft übertragen wird. [39] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft wird verbraucht. [41] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin würde beim Wurf nach unten nicht denken, dass Kraft verbraucht wird. [42] <u>Eigene Ursache:</u> Es ist schwer die Kraft nach zu messen oder zu beobachten. [44]	<u>Eigene Deutung:</u> Bewegung nur durch kontinuierliche Kraft. [7] <u>Eigene Deutung:</u> Kraft ist nicht mit Beschleunigung verknüpft. [9] <u>Von Daten auf LP:</u> Welche Ebene ist die Schülerin? [15] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist noch nicht ganz auf Ebene 3. [18] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist auf Ebene 2. [19] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist nicht auf Ebene 1. [20] <u>Von Daten auf LP:</u> Kraft von der Hand übertragen? [24] LP auf Daten: zwischendurch sagt Schülerin, dass keine Kraft da ist. [26] <u>Von Daten auf LP:</u> Ihr Verständnis wird sowas wie Kraft übertragen sein. [28] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin fragen, ob Ball gleich schnell bleibt oder langsamer wird, um zu sehen, ob sie was mit Richtung verstanden hat. [31] <u>Von Daten auf LP:</u> Mit Frage herausfinden, ob Schülerin es verstanden hat. [32] <u>Von Daten auf LP:</u> Mit der Schülerin darauf einigen, dass oben keine Kraft wirkt, also während des Fluges. [36] <u>Von Daten auf LP:</u> Zwischen Beschleunigung, Bewegung und Kräften ist keine Verbindung. [46]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N7: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

N8: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

N8: „Mit der Schülerin darauf einigen, dass oben keine Kraft wirkt, also während des Fluges.“
[36] wäre fachlich nicht angemessen. Auf den Stein wirkt permanent die Gravitationskraft, auch während dem Flug.

- Video Schlitten -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

N7: Schüler weiß Unterschied zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit nicht. [48]

N8: Kraft beschleunigt. Kraft und Bewegung sind dort schon vermischt. [50]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

N7	N8
Von Daten auf LP: Schüler weiß Unterschied zwischen Beschleunigung und Geschwindigkeit nicht. [48]	Von Daten auf LP: Kraft beschleunigt. Kraft und Bewegung sind dort schon vermischt. [50]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

N7: Zusammenhang Kraft-Bewegung

N8: Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe BR11GE, IN17ZE (H1, H2)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H1: Kraft wirkt für einen kurzen Moment [Ebene 3]. Das ist aber Impuls. [1]

H2: Gravitationskraft hat keinen direkten Kontakt [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H1	H2
<u>Von Daten auf LP</u>: Auf „nächster Ebene“ [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Kraft wirkt für einen kurzen Moment [Ebene 3]. Das ist aber Impuls. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Lisas Hand hat Kraft ausgeübt, Ebene 3. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Kraft wird mit der Zeit verbraucht. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist in Ebene 3. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: H1 schaut in der Spalte Bewegung [3] <u>Von LP auf Daten</u>: Wenn sich etwas bewegt, dann wirkt auch eine Kraft, Ebene 2. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerverständnis auf Ebene 2. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Unklar, ob sie Geschwindigkeitsbegriff wirklich nicht kann. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung ist für Schülerin nicht nachvollziehbar [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Hat den Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung nicht verstanden. [5]	<u>Von Daten auf LP</u>: Auf „nächster Ebene“ [1] <u>Von LP auf Daten</u>: Gravitationskraft hat keinen direkten Kontakt [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Gravitation wirkt über einen längeren Zeitraum [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Hand wirkt im Moment des Werfens auf Ebene 4 und Ebene 3. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Verschiedene Kräfte greifen an einem Punkt an, Ebene 3 [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei der Kraft ist sie eine Ebene weiter. [Dann Ebene 3] [4]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H1: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung, Bewegung

H2: Kraft, Zusammenhang Kraft Bewegung, Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe DO03MA, AN01FR (H3, H4)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H3: Da ist immer eine Kraft. [3]

H4: Jede Bewegung wirkt eine kontinuierliche Kraft aus, in die Richtung in der es sich bewegt. [1]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H3	H4
Von Daten auf LP: Da ist immer eine Kraft. [3]	<u>Eigene Deutung</u>: Jede Bewegung wirkt eine kontinuierliche Kraft aus, in die Richtung in der es sich bewegt. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: [zeigt auf LP-Ebene 2] Die Richtung [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Die Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung, Ebene 2. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Wenn sich etwas bewegt, wirkt auch eine Kraft in die Richtung der Bewegung, Ebene 2. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Es muss immer eine Kraft in die Richtung der Bewegung geben. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Kraft vom Boden wirkt immer noch. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: In die Richtung in die sich der Ball bewegt muss auch immer eine Kraft wirken. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin bewegt sich nicht auf Ebene 3. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Kraft und Bewegungsrichtung. [5]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H3: Kraft

H4: Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe KA17GI, GA20DI (H6, H16)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H6: Schülerin hat Ebene 1 verstanden. [1]

H16: Schülerin sagt Gravitation runter. In eine Richtung ziehen, drücken oder Kraft. [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H6	H16
<u>Von LP auf Daten:</u> Schülerin hat Ebene 1 verstanden. [1] <u>Von LP auf Daten:</u> Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung, Ebene 2, verstanden. [3] <u>Von LP auf Daten:</u> Richtung der Kraft entspricht der Richtung der Bewegung ist für Schülerin plausibel [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Bewegung hat eine Richtung. [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Hand hat auf Stein eine Kraft ausgeübt und dann nicht mehr. Ist für Schülerin plausibel. [3] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist auf Ebene 2. [5] <u>Von LP auf Daten:</u> Wenn man in der Mitte [der LP] liest, ist die Schülerin noch nicht ganz auf Ebene 3 [5]. <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist noch nicht klar, dass Kräfte in eine andere Richtung der Geschwindigkeit wirken können. [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist in Teilen schon in Ebene 3. [6]	<u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin sagt Gravitation runter. In eine Richtung ziehen, drücken oder Kraft. [2] <u>Von Deutung auf LP:</u> Ebene 3 müsste kommen. [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin will resultierende Kraft. Kommt nicht richtig das Verständnis. [5] <u>Von Daten auf LP:</u> Schülerin ist in Teilen schon in Ebene 3. [6]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H6: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H16: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe IN30BA, SI17DA (H7, H8)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H7: Ebene 2 oder Ebene 3. [1]

H8: Kraft wird von einem Objekt auf ein anderes Objekt ausgeübt. Ebene 2. [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H7	H8
<u>Von Deutung auf LP</u>: Verständnis zu Kräften auf Ball findet man sicherlich in LP. [1] <u>Von Deutung auf LP</u>: Ebene 2 oder Ebene 3. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Bei Runterziehen ist eine Richtung dabei. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Kräfte werden durch Ziehen oder Drücken ausgeübt. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Kraft von einem Objekt auf anderes Objekt ist noch keine richtige Erklärung für resultierende Kraft [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin hat Verständnis, dass Kräfte durch Ziehen und Drücken ausgeübt werden. [2.1] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin hat Verständnis, dass Kräfte durch Ziehen und Drücken ausgeübt werden. [2.2] <u>Von Daten auf LP</u>: Kräfte haben eine Richtung. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Richtung ist hier [in LP] [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Ziehen und Drücken ist hier [in LP] [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Richtung, Ziehen und Drücken. Ebene 2. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Zu einem Zeitpunkt können verschiedene Kräfte an einem Objekt wirken. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin macht klar, dass Erde ein anderes Objekt ist, das Kraft ausübt [5] <u>Von LP auf Daten</u>: „Kräfte werden entweder über den direkten Kontakt zwischen Objekten oder über die Distanzfelder vermittelt.“ Gravitation ist Feld, Boden direkter Kontakt. Ebene 3 bei Kraft. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Das wäre hier Kraft Ebene 3. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Es können mehrere Kräfte als verschiedene Kräfte wirken. Ebene 3. [6] <u>Von LP auf Daten</u>: Schülerin sagt nichts zu Bewegung. [7] <u>Von Daten auf LP</u>: „Gestoppt hat und nach oben geschubst haben“ ist eher eine Bewegung, die die Schülerin beschreibt. [7]	<u>Von Daten auf LP</u>: Kraft wird von einem Objekt auf ein anderes Objekt ausgeübt. Ebene 2. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Ziehen und Drücken ist eher in Ebene 2. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin hat Verständnis, dass Kräfte durch Ziehen und Drücken ausgeübt werden. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: [Von Gravitationskraft und Kraft von Boden] ist eher Ebene 3. [4] <u>Von Daten auf LP</u>: Kräfte werden von einem Objekt ausgeübt und wirken auf ein anderes Objekt. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin macht nicht klar, dass Erde ein anderes Objekt ist, das Kraft ausübt. Aber bei der Gravitationskraft. [5] <u>Von Daten auf LP</u>: „Gestoppt hat und nach oben geschubst haben“ ist eher mehr Ziehen und Drücken und auf Ebene 2. [7]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H7: Kraft, Bewegung

H8: Kraft

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe KA09BU, AN09DA (H10, H12)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H10: Schülerin befindet sich eher auf Ebene 3. [1]

H12: Bei Ebene 1 sind Kraft, Bewegung und Geschwindigkeit verschiedene Wörter für das Gleiche. Das ist das Grundproblem. [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H10	H12
<u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin befindet sich eher auf Ebene 3. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin befindet sich vielleicht auch nicht auf Ebene 3. [1] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin befindet sich bei Kraft auf Ebene 3. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Kräfte werden von einem Objekt ausgeübt und wirken auf ein anderes Objekt. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Kräfte haben einen Betrag und eine Richtung. [2] <u>Von LP auf Daten</u>: Bei Kraft ist sie schon bei 3. [2] <u>Von LP auf Daten</u>: Bei Verbindung zwischen Kraft und Bewegung kann sie nichts auf Ebene 3. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Nur bei Kraft hat sie Ebene 2 auch drauf. Kräfte werden durch Ziehen und Drücken ausgeübt. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin nutzt resultierende Kraft nicht, aber viele Sachen aus Ebene 3. [2] <u>Von LP auf Daten</u>: Bewegung erfordert eine resultierende Kraft, Ebene 3, ist auch etwas, das die Schülerin denkt. [2] <u>Von LP auf Daten</u>: Schülerin ist nicht überall auf einer Ebene. Mit Kraft kann sie besser umgehen als mit Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegung. [3] <u>Von LP auf Daten</u>: Von Kraft hat sie nach diesem System [LP] [Ahnung] [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Würde nicht sagen, dass, nur weil die Schülerin bei der Richtung auf Ebene 3 ist, sie kein Verständnis von Kraft hat. Sie kann ein Verständnis von Kraft haben, aber keine Idee davon, wie man Kraft und Bewegung verbindet. [3] <u>Von LP auf Daten</u>: Wenn ich mir Punkt in Ebene 2 ansehe, habe ich das Gefühl, dass das nicht stimmt und eig. nicht richtig ist. [4]	<u>Von LP auf Daten</u>: Bei Ebene 1 sind Kraft, Bewegung und Geschwindigkeit verschiedene Wörter für das Gleiche. Das ist das Grundproblem. [2] <u>Eigene Deutung</u>: Schülerin weiß nur, dass Kraft, Kraft und Geschwindigkeit und Kraft und Bewegung irgendwas miteinander zu tun haben. [3] <u>Von LP auf Daten</u>: Es wird in Ebene 2 expliziter gemacht. Wenn sich etwas bewegt, wirkt auch eine Kraft in Richtung der Bewegung. Das passt. [4]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H10: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H12: Zusammenhang Kraft-Bewegung

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Sitzung 11, Gruppe HI29AS, MO30DA (H5, H13)

- Ball/Stein -

Worauf fokussieren sich die Studierenden in ihrem Analyseprozess als erstes?

H5: Bewegung steht in Ebene 2. Wenn sich weder Betrag noch Richtung einer Geschwindigkeit ändern, dann wirkt keine resultierende Kraft. [2]

H13: Hätte auf Ebene 3 getippt. [2]

Mapping-Prozess: In welcher Weise stellen die Studierenden eine Verbindung zwischen der Learning Progression und den Aussagen von den Lernenden her?

H5	H13
<u>Von LP auf Daten</u>: Bewegung steht in Ebene 2. Wenn sich weder Betrag noch Richtung einer Geschwindigkeit ändern, dann wirkt keine resultierende Kraft. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Vielleicht noch Gravitationskraft mit rein [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Ebene 2. Wenn sich etwas bewegt, wirkt eine Kraft in Richtung der Bewegung. [2] <u>Eigene Deutung</u>: Schülerin weiß, dass es nicht ganz richtig ist. <u>Von Daten auf LP</u>: Gucken, ob Gravitation da irgendwo mit drin ist. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist weiter als Ebene 2 bei manchen Sachen. [4] <u>Von LP auf Daten</u>: Das [Ebene 2 oder 4] passt auch. [5] <u>Von LP auf Daten</u>: Das [auf Ebene 3] hat sie verstanden. Eine Geschwindigkeit ist konstant, wenn sich weder Betrag noch Richtung ändern. Im Ruhezustand ist etwas Anderes als konstante Geschwindigkeit mit einem Betrag von Null. [6] <u>Von LP auf Daten</u>: Das [Ebene 3] hat sie verstanden. [7] <u>Von LP auf Daten</u>: Schülerin überlegt, ob verschiedene Kräfte wirken [7] <u>Von LP auf Daten</u>: Ebene 3. Eine Kraft kann sich, bewegende Objekte übertragen und vom Objekt mitgenommen werden. Kräfte werden mit der Bewegung mit der Zeit verbraucht. Weil die Schülerin denkt, dass die Hand noch eine Auswirkung hat. <u>Von Daten auf LP</u>: Schülerin ist bei Ebene 2, 3. [9]	<u>Von Daten auf LP</u>: Hätte auf Ebene 3 getippt. [2] <u>Von Daten auf LP</u>: Größtenteils auf Ebene 2. [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Objekte ziehen immer nach unten [3] <u>Von Daten auf LP</u>: Hat gesagt, dass Objekte nach unten ziehen. [3]

Wie nutzen die Studierenden die drei unterschiedlichen fachlichen Themenbereiche (Kraft, Bewegung, Zusammenhang Kraft-Bewegung) der Learning Progression?

H5: Kraft, Zusammenhang Kraft-Bewegung

H13: Hauptsächlich Kraft, aber in den Daten nicht eindeutig nachvollziehbar welche Spalten der LP genutzt werden.

Welche Äußerungen der Studierenden sind im Analyseprozess im Zusammenhang mit der Nutzung der Learning Progression eher unangemessen?

Danksagung

Auf dem Weg zu dieser Arbeit haben mich viele Personen begleitet, denen ich danken möchte. Mein größter Dank gilt meiner Betreuerin Prof. Dr. Claudia von Aufschnaiter, die es mir ermöglicht hat einen Blick in die Welt der Forschung zu erlangen und mich immer unterstützend, offen, kreativ, freundlich, geduldig, hilfsbereit, kritisch und fordernd beraten konnte. Vielen Dank für deine Unterstützung!

Weiterhin bedanke ich mich bei Prof. Dr. Rainer Mehren, der diese Arbeit begutachtet hat und als Prüfer fungierte sowie bei Prof. Dr. Katja Lengnink und Prof. Dr. Jürgen Kurtz, die ebenfalls Prüfende waren.

Ein besonderes Dankeschön gebührt den (ehemaligen) Mitgliedern der Arbeitsgruppe am Institut für Didaktik der Physik der JLU Gießen. Jede*r Einzelne von euch hat unterschiedlich zu dieser Arbeit beigetragen. Auf eure kreative und konstruktive Rückmeldung konnte ich mich in Gruppensitzungen, aber auch bei Flurgesprächen oder in der Mensa verlassen. Egal wie sehr ihr selbst in euren Projekten vertieft wart, ihr habt euch immer die Zeit genommen über meine Ideen nachzudenken und mir eine Rückmeldung gegeben. Hier möchte ich mich insbesondere bei Ann-Kathrin bedanken, die maßgeblich zu dieser Arbeit und einem schönen Büroklima beigetragen hat. Neben eurer professionellen Rückmeldung habe ich auch die Gespräche und Diskussionen abseits physikdidaktischer Kontexte geschätzt. Egal ob Wissenschaft, Verkehrspolitik oder Kindererziehung, Gespräche mit euch waren immer bereichernd, freundschaftlich und auf eine eigene Art humorvoll. Vielen Dank an Andreas, Anna, Daniel, Jan, Jörn, Jonas, Julia, Kathrin, Matthias, Nina, Sabrina, Sandra und Verena.

Außerdem möchte ich mich bei den beiden Arbeitsgruppen Theyßen und Rumann der Universität Duisburg-Essen für den konstruktiven Austausch in den letzten Jahren bedanken. Mein Dank gebührt auch den Kolleg*innen, die mir konstruktive Anregungen auf Tagungen und Kolloquien gegeben haben. Ganz besonders möchte ich mich hier bei der Eratosthenes-Gruppe der ESERA Summer School 2019 bedanken.

Vielen Dank an die Studierenden, die ich im Rahmen der Studie aufzeichnen und untersuchen durfte. Ohne Sie wäre die Studie nicht möglich gewesen.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie und bei Freunden bedanken, durch die ich fortwährend und auf unterschiedliche Arten in meinen Jahren an der Universität Unterstützung erfahren konnte. Ohne sie und ihren Zuspruch wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen. Lieben Dank an meine Frau Lena, Frank & Martin, Frauke & Rolf-Peter, Arlinde & Willi und an Kai.

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 Hücke: 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: Physiklehrervorstellungen 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 Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR
- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR

- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler 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 Maiseyenka: 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 Sekundarstufenlehrkräfte*
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR
- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR

- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR
- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR

- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.
Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR
- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR

- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR
- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR

- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik?
Eine Untersuchung mit Studierenden
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR
- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR

- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?
Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR
- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR

- 243 Katrin 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 Finkenberg: 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 Dörschelln: 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 Änderung 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
- 316 Volker Brüggemann: Entwicklung und Pilotierung eines adaptiven Multistage-Tests zur Kompetenzerfassung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens
ISBN 978-3-8325-5331-9 40.00 EUR
- 317 Stefan Müller: Die Vorläufigkeit und soziokulturelle Eingebundenheit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse. *Kritische Reflexion, empirische Befunde und fachdidaktische Konsequenzen für die Chemielehrer*innenbildung*
ISBN 978-3-8325-5343-2 63.00 EUR
- 318 Laurence Müller: Alltagsentscheidungen für den Chemieunterricht erkennen und Entscheidungsprozesse explorativ begleiten
ISBN 978-3-8325-5379-1 59.00 EUR

- 319 Lars Ehlert: Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten
ISBN 978-3-8325-5393-71 41.50 EUR
- 320 Florian Seiler: Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie
ISBN 978-3-8325-5397-5 47.50 EUR
- 321 Nadine Boele: Entwicklung eines Messinstruments zur Erfassung der professionellen Unterrichtswahrnehmung von (angehenden) Chemielehrkräften hinsichtlich der Lernunterstützung
ISBN 978-3-8325-5402-6 46.50 EUR
- 322 Franziska Zimmermann: Entwicklung und Evaluation digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden Chemielehrkräften
ISBN 978-3-8325-5410-1 49.50 EUR
- 323 Lars-Frederik Weiß: Der Flipped Classroom in der Physik-Lehre. *Empirische Untersuchungen in Schule und Hochschule*
ISBN 978-3-8325-5418-7 51.00 EUR
- 324 Tilmann Steinmetz: Kumulatives Lehren und Lernen im Lehramtsstudium Physik. *Theorie und Evaluation eines Lehrkonzepts*
ISBN 978-3-8325-5421-7 51.00 EUR
- 325 Kübra Nur Celik: Entwicklung von chemischem Fachwissen in der Sekundarstufe I. *Validierung einer Learning Progression für die Basiskonzepte „Struktur der Materie“, „Chemische Reaktion“ und „Energie“ im Kompetenzbereich „Umgang mit Fachwissen“*
ISBN 978-3-8325-5431-6 55.00 EUR
- 326 Matthias Ungermann: Förderung des Verständnisses von Nature of Science und der experimentellen Kompetenz im Schüler*innen-Labor Physik in Abgrenzung zum Regelunterricht
ISBN 978-3-8325-5442-2 55.50 EUR
- 327 Christoph Hoyer: Multimedial unterstütztes Experimentieren im webbasierten Labor zur Messung, Visualisierung und Analyse des Feldes eines Permanentmagneten
ISBN 978-3-8325-5453-8 45.00 EUR
- 328 Tobias Schüttler: Schülerlabore als interesselördernde authentische Lernorte für den naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen
ISBN 978-3-8325-5454-5 50.50 EUR
- 329 Christopher Kurth: Die Kompetenz von Studierenden, Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren
ISBN 978-3-8325-5457-6 58.50 EUR
- 330 Dagmar Michna: Inklusiver Anfangsunterricht Chemie *Entwicklung und Evaluation einer Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion*
ISBN 978-3-8325-5463-7 49.50 EUR
- 331 Marco Seiter: Die Bedeutung der Elementarisierung für den Erfolg von Mechanikunterricht in der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5471-2 66.00 EUR

- 332 Jörn Hägele: Kompetenzaufbau zum experimentbezogenen Denken und Arbeiten. *Videobasierte Analysen zu Aktivitäten und Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe bei der Bearbeitung von fachmethodischer Instruktion*
ISBN 978-3-8325-5476-7 56.50 EUR
- 333 Erik Heine: Wissenschaftliche Kontroversen im Physikunterricht. *Explorationsstudie zum Umgang von Physiklehrkräften und Physiklehramtsstudierenden mit einer wissenschaftlichen Kontroverse am Beispiel der Masse in der Speziellen Relativitätstheorie*
ISBN 978-3-8325-5478-1 48.50 EUR
- 334 Simon Goertz: Module und Lernzirkel der Plattform FLexKom zur Förderung experimenteller Kompetenzen in der Schulpraxis *Verlauf und Ergebnisse einer Design-Based Research Studie*
ISBN 978-3-8325-5494-1 66.50 EUR
- 335 Christina Toschka: Lernen mit Modellexperimenten *Empirische Untersuchung der Wahrnehmung und des Denkens in Analogien beim Umgang mit Modellexperimenten*
ISBN 978-3-8325-5495-8 50.00 EUR
- 336 Alina Behrendt: Chemiebezogene Kompetenzen in der Übergangsphase zwischen dem Sachunterricht der Primarstufe und dem Chemieunterricht der Sekundarstufe I
ISBN 978-3-8325-5498-9 40.50 EUR
- 337 Manuel Daiber: Entwicklung eines Lehrkonzepts für eine elementare Quantenmechanik *Formuliert mit In-Out Symbolen*
ISBN 978-3-8325-5507-8 48.50 EUR
- 338 Felix Pawlak: Das Gemeinsame Experimentieren (an-)leiten *Eine qualitative Studie zum chemiespezifischen Classroom-Management*
ISBN 978-3-8325-5508-5 46.50 EUR
- 339 Liza Dopatka: Konzeption und Evaluation eines kontextstrukturierten Unterrichtskonzeptes für den Anfangs-Elektrizitätslehreunterricht
ISBN 978-3-8325-5514-6 69.50 EUR
- 340 Arne Bewersdorff: Untersuchung der Effektivität zweier Fortbildungsformate zum Experimentieren mit dem Fokus auf das Unterrichtshandeln
ISBN 978-3-8325-5522-1 39.00 EUR
- 341 Thomas Christoph Münster: Wie diagnostizieren Studierende des Lehramtes physikbezogene Lernprozesse von Schüler*innen? Eine Videostudie zur Mechanik
ISBN 978-3-8325-5534-4 44.50 EUR
- 342 Ines Komor: Förderung des symbolisch-mathematischen Modellverständnisses in der Physikalischen Chemie
ISBN 978-3-8325-5546-7 46.50 EUR

- 343 Verena Petermann: Überzeugungen von Lehrkräften zum Lehren und Lernen von Fachinhalten und Fachmethoden und deren Beziehung zu unterrichtsnahem Handeln
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 EUR
- 344 Jana Heinze: Einfluss der sprachlichen Konzeption auf die Einschätzung der Qualität instruktionaler Unterrichtserklärungen im Fach Physik
ISBN 978-3-8325-5545-0 47.00 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

Diagnostizieren ist ein elementarer Bestandteil des Lehrkräftehandelns im Unterricht. Es umfasst das Analysieren von Aussagen, Produkten und des Verhaltens von Lernenden sowie das Analysieren von Aufgabenanforderungen mit dem Ziel der Förderung. Es ist davon auszugehen, dass Lehrkräfte differenzierter diagnostizieren können, wenn sie im Diagnoseprozess kognitive Ressourcen nutzen, z. B. Wissen über Theorien und empirische Befundlagen.

Ziel der Studie war die Untersuchung von Diagnoseprozessen von Studierenden des Lehramtes und die darin hergestellten Theorie- und Empiriebezüge. Dazu wurden $N = 23$ Studierende beim Bearbeiten von Diagnoseaufgaben in einem Seminar videografiert. Es wurden kategoriengestützte Verfahren genutzt, um Komponenten des Diagnoseprozesses (Beobachtung, Deutung, Ursache, Konsequenz) sowie die Theorie- und Empiriebezüge zu erfassen. In einer ergänzenden qualitativen Analyse wurde die Nutzung von Learning Progressions in der Mechanik als Bezugsrahmen untersucht.

Die Befunde deuten darauf hin, dass den Studierenden Deutungen sowie Theorie- und Empiriebezüge auf Learning Progressions zu Mechanik in einem Setting gelingen, das diese Prozesse fördert. Es zeigt sich auch, dass Überlegungen zu Ursachen und Konsequenzen ebenso wie Theorie- und Empiriebezüge ohne Learning Progressions eher schwach ausgeprägt sind. Hier gilt zukünftig zu klären, welche Förderpotentiale sich ergeben, aber auch, wo diese in der ersten Phase der Lehrkräftebildung an Grenzen stoßen.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-5534-4