

## Lehramtsspezifischer Professionsbezug in Fachveranstaltungen

Benedikt Gottschlich, Jan-Philipp Burde

Eberhard Karls Universität Tübingen, AG Didaktik der Physik, Auf der Morgenstelle 14, 72076 Tübingen  
benedikt.gottschlich@uni-tuebingen.de, jan-philipp.burde@uni-tuebingen.de

### Kurzfassung

Die Notwendigkeit einer fundierten fachlichen Ausbildung für Physik-Lehramtsstudierende ist unbestritten, insbesondere für angehende Gymnasiallehrkräfte. Eine rein fachsystematische Studienstruktur mit vielen Überschneidungen zur Ausbildung von B.Sc.-Studierenden birgt allerdings die Gefahr, die Lehramtsstudierenden nicht ausreichend auf die Herausforderungen des Physikunterrichts vorzubereiten. Nicht wenige Standorte – so auch die Universität Tübingen – beabsichtigen daher, den lehramtsspezifischen Professionsbezug in der fachlichen Ausbildung der Lehramtsstudierenden zu stärken. Bisherige Veröffentlichungen zu diesem Themenkomplex beschreiben in der Regel Ansätze und Maßnahmen einzelner Standorte zur Integration von mehr Professionsbezug in die fachliche Ausbildung. Mit dem Anliegen, ein breiteres Bild über entsprechende Strukturen und Maßnahmen an deutschen Universitäten zu zeichnen, wurde eine entsprechende Befragung derjenigen Standorte durchgeführt, welche für das gymnasiale Lehramt ausbilden. Die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse machen deutlich, dass insbesondere in der Theoretischen Physik viele Standorte separate Angebote für Lehramtsstudierende machen, diese aber nur selten die spezifischen Bedarfe der angehenden Lehrkräfte berücksichtigen.

### 1. Hintergrund und Motivation

#### 1.1. Fachausbildung in Lehramtsstudiengängen

Die fachliche Ausbildung im Physikstudium befähigt Lehramtsstudierende häufig nicht, das an der Hochschule erworbene Fachwissen im späteren Unterricht adressatengerecht und flexibel einzusetzen (John & Starauschek, 2021). Diese Beobachtung ist nicht neu: Bereits 2006 forderte die DPG ein Studium *sui generis* für das Lehramt Physik, um angehende Lehrkräfte bestmöglich auf die Herausforderungen des modernen Physikunterrichts vorzubereiten (Großmann & Urban, 2006). Zwar sei nicht jede Dimension physikalischen Wissens für eine Lehrkraft bedeutsam (John & Starauschek, 2021), aber zumindest das auf den Schulunterricht abgestimmte Fachwissen weise eine große Relevanz auf (Merzyn, 2017). Allerdings erfolge der Erwerb von schulrelevantem Wissen häufig erst im Laufe des Referendariats (Borowski et al., 2011). Im Sinne eines kumulativen Lernfortschritts im Rahmen einer professionsbezogenen Physikausbildung sei es nach John und Starauschek (2021) allerdings notwendig, dass bereits im Studium das sogenannte vertiefte Schulwissen (vgl. Riese et al., 2015) eine zentrale Rolle spielt. Zudem solle eine Auseinandersetzung mit Alltagskonzepten erfolgen sowie fachliche Inhalte als für den Schulberuf relevant wahrgenommen werden.

Vor diesem Hintergrund war es der AG Didaktik der Physik der Universität Tübingen ein Anliegen, die Ausbildung der Lehramtsstudierenden im Fach Physik entsprechend zu reformieren und dabei bewährte

Konzepte anderer Standorte zu berücksichtigen. Es existieren bereits zahlreiche Veröffentlichungen, welche unterschiedliche Ansätze von verschiedenen Standorten zur Reformierung der Fachausbildung für Lehramtsstudierende beschreiben (z.B. Eller et al., 2012; Massolt & Borowski, 2016). Bisher fehlt allerdings eine empirische Erhebung des Status quo über die Strukturen der Physik-Fachausbildung für Lehramtsstudierende und somit eine Bestandsaufnahme davon, in welchem Maße die Forderungen der DPG (Großmann & Urban, 2006) umgesetzt wurden.

#### 1.2. Situation an der Universität Tübingen

An der Universität Tübingen gliedert sich das Lehramtsstudium in den sechsemestrigen Bachelor of Education (B.Ed.) und den viersemestrigen Master of Education (M.Ed.). B.Ed.-Studierende mit dem Fach Physik belegen im ersten Studienjahr gemeinsam mit den Physik-B.Sc.-Studierenden die *Grundkurse Physik I & II*. Diese Grundkurse befassen sich mit Experimentalphysik und Theoretischer Physik in integrierter Form, wobei der Grundkurs I jeweils im Wintersemester die Themen Mechanik und Wärmelehre und der Grundkurs II im Sommersemester den Elektromagnetismus behandelt. Für B.Sc.- und B.Ed.-Studierende gelten im Rahmen dieser Grundkurse die gleichen Rahmenbedingungen in Bezug auf die wöchentlichen Übungsblätter, die Klausurzulassung und die Klausur.

Üblicherweise teilten sich B.Sc.- und B.Ed.-Studierende ausschließlich in Abhängigkeit ihrer eigenen zeitlichen Präferenzen in die vorlesungsbegleitenden Übungsgruppen ein. Im Wintersemester

2021/22 wurde erstmalig eine Übungsgruppe speziell für B.Ed.-Studierende angeboten. In dieser erfolgte zusätzlich zur Behandlung der regulären Übungs- und Präsenzaufgaben eine weiterführende Diskussion von typischen Schülervorstellungen und Verständnisschwierigkeiten zu den aktuell behandelten Themen. Dies nahm etwa 15-20 Minuten pro Termin in Anspruch. Als Aufhänger haben sich hierbei Fragestellungen im Multiple-Choice-Format bewährt (vgl. Abb. 1), welche die Studierenden vor der Diskussion zunächst anonym mit dem Smartphone beantworten und welche unmittelbar durch eine Software ausgewertet wurden. Dadurch wurde nicht nur eine kognitive Aktivierung der Studierenden gewährleistet, sondern auch dem Übungsgruppenleiter die Möglichkeit gegeben, mit Blick auf das Abstimmungsergebnis mögliche Defizite im konzeptionellen Verständnis bei den Studierenden auszumachen. Der Methodenwechsel sorgte in der Übungsgruppe für Abwechslung und Auflockerung; zudem war eine gesteigerte Motivation und eine breitere Beteiligung zu beobachten.



**Abb.1:** Beispiel einer diskutierten Fragestellung zum Verständnis des dritten newtonschen Axioms (Schecker & Wilhelm, 2018)

Nicht zuletzt verfolgte dieser Ansatz die Absicht, den B.Ed.-Studierenden eine Verknüpfung der universitären mit den schulischen Inhalten aufzuzeigen. Neben motivationalen Aspekten bestand das Ziel der Verschränkung von fachlichen und fachdidaktischen Inhalten vor allem darin, Studierenden die Gelegenheit zu geben, ihre eigenen Vorstellungen zu zentralen physikalischen Konzepten zu erkennen, zu reflektieren und ggf. zu korrigieren. Das reflektierte Wissen über fachliche Konzepte und Schülervorstellungen kann als Teilaspekt eines professionsbezogenen Fachwissens verstanden werden (Harms & Riese, 2018; John & Staruschek, 2021). Der beschriebene Ansatz wird aktuell im Sommersemester 2022 auch in einer Übungsgruppe für B.Ed.-Studierende im Grundkurs II fortgesetzt.

## 2. Forschungsanliegen

Das Forschungsdesiderat basiert auf der in Abschnitt 1.1 beschriebenen Befund, dass bislang kein standortübergreifender Überblick zu Maßnahmen zur Steigerung des lehramtsspezifischen Professionsbezugs bei Fachveranstaltungen im Physikstudium vorliegt. Ein solcher Überblick kann besonders für

jene Standorte von Interesse sein, welche die Struktur des Lehramtsstudiums im Fach Physik überarbeiten bzw. eine solche Maßnahme planen. Eine Übersicht über konkrete Ansätze und Ideen ist darüber hinaus allgemein für Dozierende an lehrerbildenden Standorten von Interesse – insbesondere dann, wenn es sich um vergleichsweise einfach umzusetzende Maßnahmen handelt, welche nur wenig Kapazitäten in Anspruch nehmen. Der in Abschnitt 1.2 beschriebene Tübinger Ansatz, lehramtsspezifische Elemente in die Übungsgruppe zu integrieren, kann als ein Beispiel für eine Stärkung des Professionsbezugs im Rahmen einer Physik-Fachveranstaltung betrachtet werden.

Das Forschungsanliegen ist insofern eingegrenzt, als dass lediglich die aktuelle Situation in der *gymnasialen* Lehrkräfteausbildung und nicht in Bezug auf andere Schulformen betrachtet wird. Weiterhin ist zentral, dass der Professionsbezug im Rahmen der Physik-Fachausbildung des Lehramtsstudiums betrachtet wird. Fachdidaktische oder allgemeinpädagogische Elemente der Lehrkräfteausbildung an den verschiedenen Standorten waren explizit nicht Gegenstand der Befragung.

## 3. Methodik

Um einen Überblick über unterschiedliche Herangehensweisen im Hinblick auf Maßnahmen zur Stärkung des Professionsbezugs in der Fachausbildung im Lehramtsstudium Physik zu erlangen, wurde über die Plattform *SosciSurvey* eine Befragung durchgeführt. Der entsprechende Link wurde an alle 51 Standorte in Deutschland versendet, welche Physiklehrkräfte für das Gymnasium ausbilden. Hierbei wurden zunächst die Lehrstuhlinhaberinnen und -inhaber der Didaktik der Physik kontaktiert. Falls diese eine andere Person an ihrem Standort für besser geeignet hielten, den Fragebogen zu beantworten, so waren sie gebeten, den Fragebogen entsprechend weiterzuleiten. Das Ausfüllen der Fragebögen nahm bei den Befragten etwa 5-10 Minuten in Anspruch. Insgesamt nahmen 34 Standorte an der Befragung teil, was einer Rücklaufquote von 66,7% entspricht.

Der selbst entwickelte Fragebogen befasst sich im Wesentlichen mit den fachlichen Veranstaltungen aus dem ersten Teil des Lehramtsstudiums, d.h. der klassischen Experimentalphysik (Mechanik, Elektrizitätslehre, Thermodynamik, Optik) und den Grundvorlesungen aus der Theoretischen Physik (Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik, Einführung in die Quantenmechanik). Er erhebt, inwieweit zu den einzelnen fachlichen Gebieten separate Arrangements für Lehramtsstudierende im Vergleich zu Fachstudierenden vorliegen (z.B. Differenzierungen in Bezug auf Vorlesung, Klausur, Klausurzulassung bzw. Übungsgruppen). Hierbei handelt es sich um Informationen, welche üblicherweise nicht vollständig aus den online verfügbaren Studienplänen der einzelnen Standorte ersichtlich sind und damit

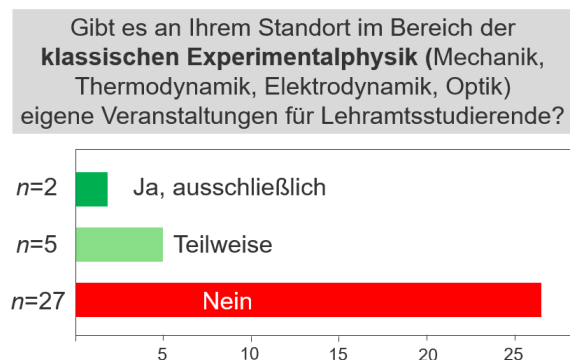
die Notwendigkeit einer persönlichen Befragung begründeten.

Der Fragebogen weist ein adaptives Format auf: Gibt eine befragte Person z.B. an, dass an ihrem Standort im Bereich der Theoretischen Physik separate Vorlesungen für Lehramtsstudierende existieren, so wird diese Person im nächsten Schritt danach gefragt, welche Charakteristika diese separaten Veranstaltungen aufweisen. Falls angegeben wird, dass keine separaten Veranstaltungen vorliegen, wird entsprechend adaptiv gefragt, inwieweit im Rahmen der gemeinsamen Veranstaltungen spezielle Arrangements für Lehramtsstudierende vorliegen. Beispiele für Testitems können der Darstellung der Ergebnisse in Abschnitt 4 entnommen werden. Ferner war es den Befragten auch möglich, die Situation bzw. etwaige Maßnahmen an ihrem Standort in offenen Textfeldern schriftlich zu beschreiben sowie bei Bedarf weitere Kommentare zum Thema der Befragung zu verfassen.

Das Veranstaltungsangebot und die Studienstruktur im Bereich der Modernen Physik variiert zwischen den Standorten naturgemäß mehr als bei den bislang angesprochenen grundlegenden Modulen aus Experimentalphysik und Theoretischer Physik. Deshalb wurde auf eine systematische Abfrage bezüglich der Veranstaltungen aus der Modernen Physik verzichtet. Die Befragten wurden allerdings in einer offenen Frage aufgefordert, zu beschreiben, welche Spezifika die von Lehramtsstudierenden zu belegenden Veranstaltungen an ihrem Standort aufweisen.

#### 4. Ergebnisse

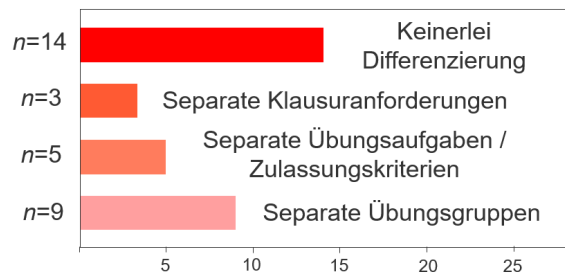
Ein zentrales Ergebnis der Befragung sind die deutlichen Unterschiede in Bezug auf Veranstaltungen aus den Bereichen Experimentalphysik bzw. Theoretischer Physik: Für Vorlesungen aus dem Bereich der Experimentalphysik zeigt sich nämlich, dass bei einem Großteil der Standorte keine eigenen Veranstaltungen für Lehramtsstudierende existieren (siehe Abb. 2).



**Abb.2:** Antworten zur Frage nach separaten Veranstaltungen in der klassischen Experimentalphysik

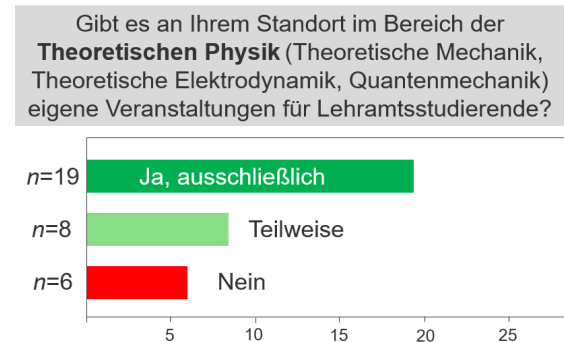
Die adaptive Nachfrage ergab, dass bei einer Mehrheit dieser gemeinsamen Veranstaltungen auch die organisatorischen Rahmenbedingungen identisch sind (siehe Abb. 3).

Findet eine **Differenzierung** zwischen Lehramts- und B.Sc.-Studierenden innerhalb der gemeinsamen Vorlesungen statt? (Mehrfachnennung möglich,  $n=27$ )



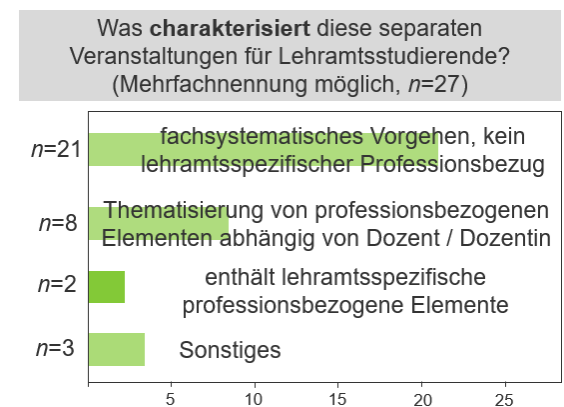
**Abb.3:** Antworten zur Frage nach Differenzierungen in gemeinsamen Vorlesungen zur Experimentalphysik

Für die Grundvorlesungen in der Theoretischen Physik zeigt sich jedoch ein anderes Bild (siehe Abb. 4):



**Abb.4:** Antworten zur Frage nach separaten Veranstaltungen in der Theoretischen Physik

An einer Mehrzahl der Standorte werden separate Vorlesungen zur Theoretischen Physik für Lehramtsstudierende angeboten. Von besonderer Relevanz sind die Ergebnisse der Nachfrage auf die Antworten „Ja, ausschließlich“ und „Teilweise“, was diese separaten Veranstaltungen charakterisiert. Hierbei zeigt sich, dass nur eine Minderheit dieser strukturell lehramtsspezifischen Veranstaltungen tatsächlich einen inhaltlichen Professionsbezug aufweist, während die meisten Veranstaltungen rein fachsystematisch vorgehen (siehe Abb. 5)



**Abb.5:** Antworten zur Frage der Ausgestaltung der lehramtsspezifischen Vorlesungen zur Theoretischen Physik

Trotz der Dominanz des fachsystematischen Vorgehens geht aus zahlreichen Kommentaren der Befragung hervor, dass die separaten fachlichen Veranstaltungen für Lehramtsstudierende in der Regel einen geringeren mathematischen Anspruch und eine reduzierte inhaltliche Tiefe als parallele Vorlesungen für Fachstudierende aufweisen.

In Bezug auf die Antworten zur Modernen Physik ist aufgrund der großen Heterogenität in den beschriebenen Ansätzen keine sinnvolle Kategorisierung möglich. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die angebotenen Veranstaltungen auch inhaltlich stark variieren und an einigen Standorten zudem Wahlmöglichkeiten für die Studierenden existieren. Die Mehrheit der Standorte bietet Vorlesungen zur Modernen Physik separat für Lehramtsstudierende an, wobei der Grad an lehramtsspezifischem Professionsbezug sehr unterschiedlich ist und häufig von den verantwortlichen Dozierenden abhängt.

Im Rahmen der allgemeinen offenen Fragen wiesen zahlreiche Befragte darauf hin, dass an ihren Standorten bereits unterschiedliche Maßnahmen zur Stärkung des Professionsbezugs erprobt wurden. Diese seien aber häufig von befristeten Fördergeldern bzw. Projekten abhängig gewesen, sodass keine Verstetigung gelang. Demgegenüber betonte etwa die gleiche Anzahl von Befragten, dass an ihren Standorten aktuell – ähnlich wie in Tübingen – über die Einführung von Maßnahmen zur Steigerung des Professionsbezugs nachgedacht wird.

Es existieren allerdings auch ganzheitliche Ansätze, die über individuelle Maßnahmen zu einzelnen Veranstaltungen hinausgehen. Beispielhaft hierfür sind die integrierten Module aus Fach und Fachdidaktik an der Universität Kassel, wobei jeweils die Fachvorlesung in die ersten Semesterhälfte und die Behandlung thematisch entsprechender didaktischer Elemente in der zweiten Semesterhälfte erfolgt. Eine strukturelle Besonderheit ist die Einführung des Studiengangs „Mathematik und Physik im Verbund“ an der Universität Potsdam, der explizit zukünftige Lehrkräfte mit der Fächerkombination Mathematik und Physik ausbildet. Neben der Verzahnung dieser beiden Fächer, die auch Module zu Rechenmethoden für das Lehramt Physik vorsieht, wurden hierbei auch Module geschaffen, welche explizit Physik und Physikdidaktik in Beziehung zueinander setzen (Universität Potsdam, 2022).

## 5. Diskussion

Die Ergebnisse der Befragung bestätigen den vorab gewählten Ansatz, das Befragungsinstrument nach Experimentalphysik und Theoretischer Physik zu unterteilen. Während Veranstaltungen zur Experimentalphysik häufig für Lehramts- und B.Sc.-Studierende gemeinsam angeboten werden, weisen insbesondere in der Theoretischen Physik die Studienstrukturen an zahlreichen Standorten bereits einen hohen Grad an äußerer Differenzierung zwischen Lehramts- und B.Sc.-Studierenden auf. Aller-

dings ist auch damit die Forderung nach einem Studium *sui generis*, das angehende Lehrkräfte gezielt auf die Herausforderungen des Physikunterrichts vorbereitet, nicht notwendigerweise erfüllt: In den meisten Fällen gehen diese Vorlesungen trotzdem rein fachsystematisch vor und weisen keinen unmittelbaren Professionsbezug auf. Aus der Befragung ist zu schließen, dass dies vielfach auch für Veranstaltungen aus dem Bereich der Modernen Physik gilt.

Ein möglicher Grund ist, dass fachliche Veranstaltungen für Lehramtsstudierende in der Regel von Fachphysikern gehalten werden. Diese haben vermutlich vor dem Hintergrund ihrer Berufsbiografie und ihrer zeitlichen Kapazitäten nur selten die Möglichkeiten, sich mit didaktischen Fragen auseinanderzusetzen oder gar neue Lehrkonzepte speziell für ihre lehramtsspezifischen Veranstaltungen zu entwickeln. Insgesamt zeigen die Rückmeldungen, dass Maßnahmen für Lehramtsstudierende häufig an das Engagement einzelner Dozierender gebunden sind und deshalb in manchen Fällen nicht nachhaltig implementiert sind. In Bezug auf Ressourcen zur Ausgestaltung von Fachveranstaltungen für Lehramtsstudierende ist allerdings zu beobachten, dass es neben online verfügbaren Skripten auch immer mehr Lehrbücher gibt, die explizit die Bedarfe von Lehramtsstudierenden in den Fokus nehmen. Beispielhaft ist hierbei die Reihe „Physik für Lehramtsstudierende“ zu nennen (Erb, 2022; Meyn, 2021; Müller, 2021).

Insgesamt hat sich gezeigt, dass nicht wenige Standorte sich der Problematik bewusst sind und an speziellen Angeboten für Lehramtsstudierende arbeiten. Ein mehrfach genannter Punkt ist hierbei eine bessere Verzahnung zwischen fachlichen und fachdidaktischen Veranstaltungen. Die Rückmeldungen machen aber auch deutlich, dass der Austausch und das gegenseitige Verständnis zwischen Dozierenden aus dem Fach und aus der Fachdidaktik hierbei die Grundlage für die Umsetzung etwaiger Maßnahmen sind. Die Befragung hat zudem gezeigt, dass eine einmalig erfolgreich durchgeführte Maßnahme nur ein erster Schritt ist: Die zahlreichen wieder eingestellten Ansätze weisen darauf hin, dass eine weitere zentrale Herausforderung in der Verstetigung dieser Maßnahmen besteht.

## 6. Ausblick

Das Ringen um eine optimale fachliche Ausbildung für Physik-Lehramtsstudierende im Spannungsfeld zwischen didaktischen Erkenntnissen auf der einen und beschränkten Ressourcen auf der anderen Seite wird viele Standorte auch weiterhin beschäftigen. An der Universität Tübingen ist geplant, den in diesem Artikel eingangs vorgestellten Ansatz ab dem Wintersemester 2022/23 auszuweiten. Vor dem Hintergrund, dass in den Grundvorlesungen eine stärkere Fokussierung auf das konzeptionelle Verständnis auch für B.Sc.-Studierende sinnvoll ist, soll

die Beschäftigung damit – z.B. im Rahmen von Multiple-Choice-Fragen – zukünftig in *allen* Übungsgruppen erfolgen. Zusätzlich soll ein digitales Angebot insbesondere Lehramtsstudierenden durch ein Self-Assessment die Möglichkeit geben, ihr eigenes konzeptionelles Verständnis zu den verschiedenen Inhaltsbereichen der Physik systematisch zu überprüfen und mit Alltagsvorstellungen zu kontrastieren. Ein niederschwelliges Unterstützungsangebot mit dem Namen „Physik-Café“, bei der im persönlichen Austausch insbesondere auch Verständnisschwierigkeiten konzeptioneller Natur geklärt werden können, wird das Angebot ab dem Wintersemester 2022/23 abrunden.

## 7. Literatur

- Borowski, A., Kirschner, S., Liedtke, S. & Fischer, H. (2011). Vergleich des Fachwissens von Studierenden, Referendaren und Lehrenden in der Physik. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(10), 1–9.  
<http://www.phydid.de/index.php/phydid/article/view/230>
- Eller, S., Albrecht, A. & Nordmeier, V. (2012). Reform der Studiengangphase im Lehramt Physik – Erhebungen von Beliefs im Lehramtsstudium Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.  
<http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/410>
- Erb, R. (2022). *Elektrizität und Magnetismus*. De Gruyter Studium: Band 2. De Gruyter.  
<https://doi.org/10.1515/9783110495768>
- Großmann, S. & Urban, K. (2006). Thesen für ein modernes Lehramtsstudium im Fach Physik.  
[https://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie\\_2006.pdf](https://www.dpg-physik.de/static/info/lehramtsstudie_2006.pdf)
- Harms, U. & Riese, J. (2018). Professionelle Kompetenz und Professionswissen. In *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 283–298). Springer, Berlin, Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_17)
- John, T. & Staraschek, E. (2021). Ein Modell für Kumulatives Lehren im Lehramtsstudium Physik. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(19), 23–44.  
<http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid/article/view/1005>
- Massolt, J. & Borowski, A. (2016). Motivationssteigerung durch Fokussierung auf das vertiefte Schulwissen im Rahmen der Fachvorlesungen Physik. *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Zürich 2016, 660–663.  
[https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017\\_660\\_Massolt.pdf](https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2017/TB2017_660_Massolt.pdf)
- Merzyn, G. (2017). Merkmale guter Lehrer in Physik, Chemie, Biologie. *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1(16), 67–
80. <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid/article/view/689>
- Meyn, J.-P. (2021). *Wärme und Energie*. De Gruyter Studium: Band 4. De Gruyter.  
<https://doi.org/10.1515/9783110495799>
- Müller, R. (2021). *Mechanik*. De Gruyter Oldenbourg Studium: Band 1. De Gruyter.  
<https://doi.org/10.1515/9783110495812>
- Riese, J., Kulgemeyer, Christoph, Zander, Simon, Borowski, A., Fischer, H., Gramzow, Y., Reihnhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. *Zeitschrift für Pädagogik*(61), 55–79.  
[https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=15503](https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=15503)
- Schecker, H. & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen in der Mechanik. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 63–88). Springer Berlin Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_4)
- Universität Potsdam. (2022). *Bachelor und Master Lehramt Mathematik und Physik im Verbund: Verbundstudiengang mit fester Fächerkombination*.  
<https://www.uni-potsdam.de/de/mnfakul/studium-und-lehre/lehramt/mathephysik>