

## Veränderungen des physikdidaktischen Wissens im Verlauf eines Lehr-Lern-Seminars

Ann-Kathrin Joswig\*, Josef Riese\*

\*I. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University  
joswig@physik.rwth-aachen.de, riese@physik.rwth-aachen.de

### Kurzfassung

Ein aktuelles Forschungsfeld befasst sich mit der Untersuchung des Kompetenzerwerbs in der Hochschule, um Gestaltungswissen für die Weiterentwicklung von Studiengängen zu generieren. Speziell im Lehramtsstudium ist dabei von Interesse, inwieweit die fachdidaktischen Lernangebote zu einer Zunahme des fachdidaktischen Wissens führen, wozu insbesondere im Fach Physik in der Vergangenheit einige Wissens- bzw. Kompetenztests entwickelt wurden. Unklar im Detail ist jedoch, inwieweit gemessene Veränderungen des fachdidaktischen Wissens auf globaler Ebene tatsächlich auf die (erfolgreiche) Nutzung konkreter Lerngelegenheiten in bestimmten Studiengängen zurückzuführen sind. Im vorgestellten Projekt werden daher auf der Mikroebene Gründe für gemessene Veränderungen im physikdidaktischen Wissen von Lehramtsstudierenden herausgearbeitet, die im Verlauf eines Vorbereitungssemesters zum Praxissemester an zwei physikdidaktischen Seminaren teilnehmen. Dabei wird der fachdidaktische Wissensstand der Lehramtsstudierenden mit Hilfe eines schriftlichen physikdidaktischen Leistungstests im Prä-Post-Studiendesign erhoben. Im Anschluss an den Post-Test werden qualitative Einzelinterviews mit den Studierenden geführt, um identifizierte Veränderungen im Testverhalten auf konkrete Lernanlässe beziehen bzw. allgemein Gründe für Veränderungen des Testverhaltens identifizieren zu können. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit der Kompetenzerwerb im fachdidaktischen Wissen der Studierenden abhängig von den im Test aufgegriffenen physikalischen Inhaltsbereichen ist. Die Transkripte der Interviewdaten werden hierzu mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse kategorisiert und ausgewertet. Erste Ergebnisse der Studien werden in diesem Beitrag dargestellt.

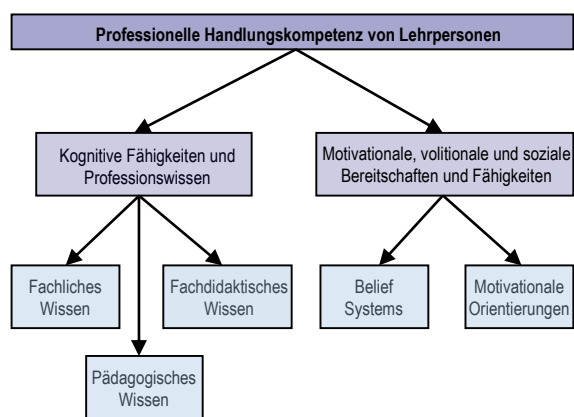
### 1. Ausgangslage

Die Lehrerbildung in Deutschland unterzieht sich seit Jahren einer kontinuierlichen Veränderung und Weiterentwicklung (vgl. z.B. Terhart, 2012). Die damit einhergehenden Erneuerungen haben oftmals eine Qualitätsverbesserung der Lehrerbildung und somit des Lehramtsstudiums zum Ziel. Um die Qualität und den Nutzen dieser Neuerungen und Innovationen im Studium einschätzen zu können, werden sie hinsichtlich ihres Ausbildungserfolgs untersucht. Zur Messung des Ausbildungserfolgs kann das Professionswissen der Lehramtsstudierenden mit Hilfe sogenannter Kompetenztests erfasst werden. Im Fach Physik wurden bereits in verschiedenen Projekten, wie beispielsweise ProfiLe-P, PorfiLe-P+, KiL, FALCO oder ProWin (vgl. Riese et al., 2015; Kröger, Neumann & Petersen, 2013; Schlödl & Göhring, 2015; Tepner et al., 2012) eine Reihe solcher Testinstrumente entwickelt und erprobt. Bei den Testinstrumenten zur Kompetenzerfassung handelt es sich meist um schriftliche Wissenstests, welche die drei Bereiche *Fachwissen*, *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* (vgl. Shulman, 1986) des Professionswissens einer Lehrperson abdecken. Der Einsatz dieser Testinstrumente erfolgt zum Teil in Längsschnittstudien, um den Wissensstand zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Studium abbilden zu können.

Hierdurch ist es möglich, Entwicklungen im Professionswissen der Studierenden genauer zu untersuchen. Während bereits positive Veränderungen z.B. im fachdidaktischen Wissen von Lehramtsstudierenden im Verlauf ihres Studiums gemessen werden konnten (vgl. Riese, Gramzow & Reinhold, 2017), ist noch nicht bekannt, inwieweit diese Veränderungen mit spezifischen Lerngelegenheiten am Lernort Universität oder mit anderen, personenspezifischen Aspekten oder gar Wiederholungseffekten der Testung im Zusammenhang stehen. Das in diesem Beitrag beschriebene Projekt setzt an dieser Stelle an. Mit Hilfe eines weiterentwickelten physikdidaktischen Kompetenztests werden zunächst Veränderungen im Wissen von Physiklehramtsstudierenden über den Zeitraum eines Vorbereitungssemesters zum Praxissemester gemessen und anschließend Gründe für die gemessenen Veränderungen durch qualitative Einzelinterviews herausgearbeitet.

### 2. Theoretischer Hintergrund

Das Professionswissen von Lehrpersonen gilt als ein entscheidender Faktor für die Qualität von Unterricht (vgl. Abell, 2007). Zur Operationalisierung des Professionswissens hat sich in der deutschsprachigen Literatur eine hierarchische Struktur etabliert, welche in Abb.1 dargestellt ist.



**Abb.1:** Kompetenzstrukturmodell in Anlehnung an Baumert & Kunter, 2006; Blömeke, Felbrich & Müller, 2008 (Riese, 2009, S.26)

Dieses sogenannte Kompetenzstrukturmodell aus Abb.1 verdeutlicht, dass das Professionswissen neben den *motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten* den zentralen Bereich der professionellen Handlungskompetenz einer Lehrkraft ausmacht. Das Professionswissen lässt sich wiederum durch drei Ausprägungen genauer beschreiben. Diese sogenannten Wissensbereiche sind in Anlehnung an Shulmans Wissenstopologie (1986) gewählt und lauten *fachliches Wissen, fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen*. Ihre hohe Bedeutung für das Professionswissen einer Lehrperson findet sich auch in der universitären Lehrerbildung sowie in den landesweiten Standards für die Lehrerbildung in Deutschland wieder, die von der Kultusministerkonferenz festgelegt wurden (vgl. KMK, 2004). Dort sind sie als zentrale Bereiche für die Ausbildung von Lehrkräften aufgeführt und verankert. Da in diesem Beitrag Veränderungen im fachdidaktischen Wissen angehender Physiklehrkräfte fokussiert betrachtet werden, wird auf die übrigen Bereiche im Kompetenzstrukturmodell nicht genauer eingegangen. Vielmehr soll das fachdidaktische Wissen in Physik sowie die Messung physikdidaktischen Wissens im Weiteren erläutert werden.

Auch wenn es aktuell kein für alle Lehrerbildungsstandorte einheitliches fachdidaktisches Curriculum gibt, so lassen sich doch zentrale Facetten physikdidaktischen Wissens aus der Literatur ableiten. Zu ihnen gehören beispielsweise Wissen über *Schülervorstellungen, Modelle/Konzepte* oder *Experimente* (vgl. Tepner et al., 2012). Im Rahmen dieses Projekts wird das zweidimensionale Modell fachdidaktischen Wissens von Gramzow, Riese & Reinhold (2013) als Ausgangspunkt genutzt. In diesem werden zwei Dimensionen des fachdidaktischen Wissens beschrieben. Die erste Dimension umfasst acht explizit benannte Facetten fachdidaktischen Wissens in Physik, sie lauten *Instruktionsstrategien, Schülervorstellungen, Experimente und Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses, Kontext und Interesse, Curriculum, Bildungsstandards und Ziele, (Di-*

*gitale) Medien, Fachdidaktische Konzepte und Aufgaben*. Die zweite Dimension unterscheidet fachliche Inhaltsbereiche.

Ausgehend von einem solchen Modell können schriftliche Kompetenztests zur Messung dieses Konstrukts konzipiert werden. In der Literatur finden sich hierzu zwei Arten von Testinstrumenten. Bei der ersten Variante handelt es sich um schriftliche paper-pencil-Tests, welche Items zu ausgewählten Facetten fachdidaktischen Wissens in variierenden physikalischen Inhaltsbereichen enthalten (z.B. KiL (vgl. Kröger, Neumann & Petersen, 2013)). Die zweite Variante stellen schriftliche Testinstrumente dar, welche Items zu ausgewählten Facetten fachdidaktischen Wissens im jeweils gleichen physikalischen Inhaltsbereich (vgl. z.B. ProfiLe-P/P+) enthalten. Eine solche Art von Kompetenztest wurde in dem Projekt ProfiLe-P (vgl. Riese et. al, 2015) im physikalischen Inhaltsbereich Mechanik entwickelt und erprobt. Mit diesem Testinstrument war es erstmalig möglich, empirisch fundierte Teilskalen (s.g. Facetten) zu messen (vgl. Riese, Gramzow & Reinhold, 2017).

### 3. Forschungsinteressen und Ziele des Projekts

Die in diesem Beitrag präsentierte Studie hat zum Ziel, einen Ausschnitt der universitären Physiklehrerbildung im Hinblick auf Veränderungen im physikdidaktischen Wissen der Studierenden genauer zu untersuchen. Bei dem Untersuchungszeitraum handelt es sich um ein Vorbereitungssemester zum Praxissemester im Masterstudiengang des Physiklehramts an der RWTH Aachen University. Im Verlauf dieses Vorbereitungssemesters absolvieren die Physiklehramtsstudierenden zwei physikdidaktische Seminare. In einem der beiden werden theoretische Impulse zu fachdidaktischen Themen, insbesondere zur Planung von Physikunterricht gegeben. Das andere Seminar wurde im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung als Lehr-Lern-Seminar konzipiert. In diesem erhalten die Studierenden die Möglichkeit, eigenen Physikunterricht zu planen und am Lernort Schule zu erproben. Im Mittelpunkt steht dabei ein von den Studierenden weiterentwickeltes Stationenlernen zu Schülervorstellungen im Bereich Elektrizitätslehre. In beiden physikdidaktischen Veranstaltungen werden ausschließlich fachdidaktische Themen in den physikalischen Inhaltsbereichen Elektrizitätslehre und Optik thematisiert.

Folgende zwei Forschungsfragen sollen zunächst im Rahmen einer Evaluation des Lehrangebots untersucht werden:

**FF1:** Wie verändert sich physikdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Verlauf der beiden physikdidaktischen Seminare des Vorbereitungssemesters?

**FF2:** Inwieweit verändert sich physikdidaktisches Wissen inhaltsübergreifend hinsichtlich verschiedener fachwissenschaftlicher Inhaltsbereiche?

In einem weiteren Schritt sollen Gründe für Veränderungen im physikdidaktischen Wissen der Studierenden herausgearbeitet werden, wobei die folgenden beiden Forschungsfragen untersucht werden:

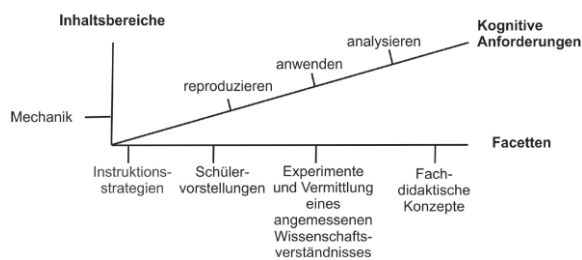
**FF3:** Welche fachspezifischen Lerngelegenheiten nehmen Einfluss auf Veränderungen im Testverhalten?

**FF4:** Welche personen- und/oder testspezifischen Aspekte beeinflussen Veränderungen des Testverhaltens im Detail?

#### 4. Methodisches Vorgehen

##### 4.1. Fachdidaktischer Kompetenztest

Zur Beantwortung der oben genannten Forschungsfragen wurde zunächst der fachdidaktische Kompetenztest aus dem Projekt ProfiLe-P/P+ als Basis verwendet. Dieser schriftliche Kompetenztest umfasst insgesamt 24 Aufgaben (43 Testitems), welche überwiegend offenes Antwortformat aufweisen. Die Items wurden mit Hilfe des Itementwicklungsmodells von Gramzow (2015) konzipiert. Dieses ist in Abb.2 dargestellt.



**Abb.2:** Modell des fachdidaktischen Wissens für die Itementwicklung (Gramzow, 2015, S.104)

Bei dem Itementwicklungsmodell handelt es sich um eine modifizierte Form des Modells zum fachdidaktischen Wissen von Gramzow, Riese & Reinhold (2013). Eine Reduktion auf vier der acht fachdidaktischen Facetten wurde vorgenommen und der physikalische Inhaltsbereich Mechanik festgelegt. Darüber hinaus wurde eine dritte Dimension ergänzt. Diese stellt die drei kognitiven Anforderungsstufen *reproduzieren*, *anwenden* und *analysieren* dar. Das im ProfiLe-P Projekt entwickelte Testinstrument konnte in Pilotierungsstudien an zwölf Universitäten eingesetzt werden (N=216). Des Weiteren wurden ausführliche Validierungsprozesse durchgeführt (vgl. Gramzow, 2015; Riese, Gramzow & Reinhold, 2017).

Um zu untersuchen, inwieweit sich physikdidaktisches Wissen inhaltsübergreifend hinsichtlich verschiedener fachwissenschaftlicher Inhaltsbereiche verändert, wurden ausgehend von den erprobten Items des ProfiLe-P/P+ Tests strukturgleiche Items in den Inhaltsbereichen Elektrizitätslehre und Optik entwickelt und pilotiert. Die Strukturgleichheit zeigt sich darin, dass sich die neu entwickelten Testitems bzgl. der adressierten Facetten und der adressierten kognitiven Anforderungen exakt wie ihr Pendant im Itemstrukturmodell von Gramzow (2015) verorten lassen. Der für diese Studie weiterentwickelte bzw.

erweiterte Kompetenztest zum fachdidaktischen Wissen umfasst nun insgesamt 41 Aufgaben und hat eine Bearbeitungsdauer von ca. 105 Minuten. Der Test wurde im Wintersemester 2017/18 sowie im Wintersemester 2018/19 bei insgesamt N= 24 Physiklehramtsstudierenden im Prä-Post-Studiendesign eingesetzt (48 ausgefüllte Testhefte). Diese Studierenden haben im Zeitraum der Prä-Post-Befragung ein Vorbereitungssemester zum Praxissemester absolviert und dabei zwei physikdidaktische Seminare besucht (vgl. Abschnitt 3).

##### 4.2. Qualitative Interviews

Neben dem Einsatz des in 4.1 dargestellten fachdidaktischen Kompetenztestes wurden mit den N=24 Physiklehramtsstudierenden qualitative Einzelinterviews geführt. Die Interviews fanden im Zeitraum von 1-3 Wochen nach der Bearbeitung des Post-Tests statt und hatten jeweils eine Dauer von ca. 60 – 90 Minuten. Ziel war es, mit Hilfe dieser Interviews Ursachen und Gründe für Veränderungen im Testverhalten der Studierenden zu identifizieren. Als Grundlage diente ein Leitfaden bestehend aus Informationen zum Interviewablauf und vorformulierten Fragestellungen. Darüber hinaus wurde für jedes Einzelinterview probandenweise eine Auswahl der selbst gegebenen Antworten zu Items des fachdidaktischen Kompetenztestes im Prä-Post-Vergleich vorbereitet. Bei diesem Vorgehen wurden vorformulierte Auswahlregeln beachtet und angewendet, welche beispielsweise maximale Veränderungen im Testscore pro Item oder die Einbeziehung aller physikalischen Inhaltsbereiche berücksichtigen. Die entsprechende Auswahl an zusammengestellten Antworten wurde jedem Studierenden ohne Kenntnis der jeweiligen Bepunktung im Interview vorgelegt. Diese durfte frei vom Studierenden kommentiert werden. Alle 24 geführten Interviews wurden audioaufgezeichnet und anschließend für die Auswertung mittels qualitativer Inhaltsanalyse transkribiert.

#### 5. Ergebnisse und Ausblick

Erste Ergebnisse im Hinblick auf die vier Forschungsfragen aus Abschnitt 3 werden nachfolgend dargestellt. Für die Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen wurden zunächst die insgesamt 48 ausgefüllten Testhefte (24 Prä- und 24 Post-Testhefte) der im Wintersemester 2017/18 und 2018/19 befragten Physiklehramtsstudierenden kodiert. Die Ergebnisse des Prä-Post-Vergleichs sind in Tab.1 dargestellt.

t-Test, Wilcoxon-Test, N= 24, prä-post			
	Differenz	sig (2-seitig)	Cohen's d
Gesamt	2.16	0.037	0.47
Mechanik	-0.23	0.717	-0.08
Optik	0.76	0.304	0.28
E-Lehre	1.43	0.054	0.43

**Tab.1:** Ergebnisse des zweiseitigen t-Tests bzw. Wilcoxon-Test (Optik) für den Gesamtscore und für die einzelnen Testscores in den drei Inhaltsbereichen

Aus Tab.1 ist ersichtlich, dass ein statistisch signifikanter Zuwachs im Gesamtscore mit mittlerer Effektstärke vorliegt. Aus diesem Ergebnis lässt sich schlussfolgern, dass auf globaler Ebene vermutlich eine positive Entwicklung des physikdidaktischen Wissens der Studierenden im Verlauf der beiden physikdidaktischen Seminare des Vorbereitungssemesters stattgefunden hat. Bei genauerer Betrachtung der Teilscores auf Ebene der physikalischen Inhaltsbereiche Mechanik, Optik und Elektrizitätslehre zeigt sich, dass die Studierenden einen Zuwachs im fachdidaktischen Wissen im Bereich Elektrizitätslehre mit mittlerer Effektstärke erfahren, aber gleichzeitig ihr fachdidaktisches Wissen im Inhaltsbereich Mechanik im Mittel leicht sinkt. Dabei ist der Zuwachs im Bereich Elektrizitätslehre mit  $p= 0.054$  annähernd signifikant und weist eine mittlere Effektstärke auf. Die leichte Verschlechterung im Testscore Mechanik ist nicht signifikant. Dieses Ergebnis könnte möglicherweise darauf zurückzuführen sein, dass in beiden physikdidaktischen Veranstaltungen des Vorbereitungssemesters nur der Inhaltsbereich Elektrizitätslehre ausführlich thematisiert wurde, der Bereich Mechanik jedoch nicht. Darüber hinaus lassen die Ergebnisse aus Tab.1 die Schlussfolgerung zu, dass eine Messung fachdidaktischen Wissens offenbar nicht unabhängig von der Wahl des physikalischen Inhaltsbereichs erfolgen kann.

Dieses Ergebnis spiegelt sich ebenfalls bei der Betrachtung der Teilscores pro Proband wieder. Hierzu sind exemplarisch die im Test erzielten Punkte dreier Probanden aufgeschlüsselt nach Gesamtscore und Teilscore (Mechanik und Elektrizitätslehre) in Tab.2 aufgeführt.

Proband	Score (ges.) Prä	Score (ges.) Post	Mechanik Prä	Mechanik Post	E-Lehre Prä	E-Lehre Post
1	30,0	30,5	8,0	11,0	13,5	10,5
2	20,5	22,0	5,0	6,0	5,0	10,5
3	18,0	26,0	12,0	6,0	0,0	9,0

**Tab.2:** Ausgewählte Testscores der Probanden (max. Pkt. pro Inhaltsbereich: 21,5, Gesamtscore: 64,5 Pkt.)

Die Tab.2 zeigt, dass sich der Gesamtscore im Prä-Post-Vergleich meist erhöht. Dennoch weisen die erzielten Punkte im Inhaltsbereich Mechanik und im Inhaltsbereich Elektrizitätslehre im direkten Vergleich zueinander gegenläufige Veränderung auf (Proband 1 & 3). Dies bestätigt die Vermutung, dass die Wahl des physikalischen Inhaltsbereichs in einem fachdidaktischen Test Einfluss nimmt.

Um eine Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4 vornehmen zu können, werden zunächst die insgesamt 24 Interviews verschriftlicht. Die Auswertung der Transkripte erfolgt anschließend mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse. Hierzu wurde in einem ersten Schritt ausgehend von den Forschungsfragen ein Kategoriensystem entwickelt, welches deduktive Ober- und Unterkategorien enthält. Nach Sichtung des Materials und einem ersten Materialdurchgang wurden

die bereits bestehenden Kategorien induktiv erweitert. Das zum jetzigen Zeitpunkt vorliegende Kategoriensystem umfasst Kategorien in den Bereichen:

- Gründe für Veränderung im Antwortverhalten, beispielsweise Wiederholungs-/Lerneffekte der Testung
- Begründungen zu den einzelnen Testantworten - Wie ist der Proband auf seine Antwort gekommen? Beispielsweise Lerngelegenheiten im Alltags- oder am Lernort Schule / Universität
- Einfluss des physikalischen Inhaltsbereichs bei der Testbearbeitung unterteilt in die im Test enthaltenen Bereiche Mechanik, Optik und Elektrizitätslehre
- Selbsteinschätzungen des Probanden zum Test und zu seiner gegebenen Testantwort

Mit Hilfe der Software MAXQDA und dem entwickelten Kategoriensystem werden in einem nächsten Schritt etwa 10% der Interviewtranskripte durch zwei sogenannte Coder kodiert und die Interraterübereinstimmung sowie die Intraraterübereinstimmung von Coder 1 bestimmt. Abschließend erfolgt die finale Kodierung der Transkripte und Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4. Erste Einblicke in die Kodierungen geben Hinweise darauf, dass die von den Probanden absolvierten physikdidaktischen Seminare Einfluss auf das Testverhalten bei der Post-Befragung nehmen, aber auch personenspezifische Effekte und Testspezifische Aspekte das Antwortverhalten beeinflussen.

## 6. Literatur

- Abell, S. K. (2007): Research on Science Teacher Knowledge. In: Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.), Handbook of research on science education (1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9 (4), 469–520.
- Blömeke, S., Felbrich, A. & Müller, Ch. (2008): Theoretischer Rahmen und Untersuchungsdesign. In: Blömeke, S., Kaiser, G. & Lehmann, R. (Hrsg.), Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematik-Studierender und –referendare – Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. Münster: Waxmann, 15–48.
- Gramzow, Y., Riese, J. & Reinhold, P. (2013): Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 19, 2013.
- Gramzow, Y. (2015): Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik Modellierung und Testkonstruktion, Logos Verlag.
- Kröger, J., Neumann, K. & Petersen, S. (2013): Messung professioneller Kompetenz im Fach

- Physik. In: S. Bernholt (Hrsg.), Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen, Kiel: IPN, 533-535.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2004): Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004).
- Riese, J. (2009): Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. In: Niedderer, Fischler, Sumfleth (Hrsg.) Studien zum Physik- und Chemielernen, Logos Verlag, Band 97.
- Riese, J., Gramzow, Y. & Reinhold, P. (2017): Das fachdidaktische Wissen von Anfängern und Fortgeschrittenen im Lehramtsstudiengang Physik. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 23, 99-112. DOI 10.1007/s40573-017-0059-2.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H., Gramzow, Y., Reinhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015): Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. In: Blömeke, S. & Zlatkin - Troitschanskaia, O. (Hrsg.): Kompetenzen von Studierenden: 61. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Weinheim: Beltz, 55 - 79.
- Schlödl, A. & Göhring, A. (2015): Fachspezifische Lehrerkompetenzen (FALKO) – Teilprojekt Physik. PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Wuppertal.
- Shulman, L. S. (1986): Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: Educational Researcher, 15, (2), 4-14.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhäus, B.J., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H., Wirth, J. (2012): Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften), 18, 7–28.
- Terhart, E. (2012): Wie wirkt Lehrerbildung? Forschungsprobleme und Gestaltungsfragen. In: Zeitschrift für Bildungsforschung, 2 (1), 3–21.

### **Anhang**

Das Projekt „Gemeinsam verschieden sein in einer digitalen Welt – Lehrerbildung an der RWTH Aachen (LeBiAC)“ wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (FKZ: 01JA1813).