

Abschließender Sachbericht

Kompetenzentwicklung in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramts- studiengängen (KeiLa)

Leibniz-Einrichtung: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN), Kiel
Aktenzeichen: SAW-2014-IPN-1
Projektlaufzeit: 01.01.2014 – 31.12.2016
Ansprechpartner: Prof. Dr. Olaf Köller

Inhaltsverzeichnis

	Executive Summary	3
1	Allgemeine Angaben	4
1.1	Vorhaben-Nr./Geschäftszeichen	4
1.2	Antragstellende Leibniz-Einrichtung	4
1.3	Förderlinie	4
1.4	Thema des Vorhabens	4
1.5	Berichtszeitraum/Förderungszeitraum insgesamt	4
1.6	Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben (mit Sonderdrucken)	4
1.7	Liste etwaiger Pressemitteilungen und Medienberichte	7
1.8	Vorhabenprofil (s. elektronisches Antragsverfahren)	7
2	Arbeits- und Ergebnisbericht	10
2.1	Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens	10
2.2	Entwicklung der durchgeführten Arbeiten	11
2.3	Darstellung der erreichten Ergebnisse	13
2.4	Stellungnahme wirtschaftliche Verwertbarkeit	19
2.5	Kooperationspartner im In- und Ausland	20
2.6	Qualifikationen des wissenschaftlichen Nachwuchses	20
	Im Bericht zitierte Literatur	21

Executive Summary

Das professionelle Wissen von Lehrkräften, welches sich in fachliches, fachdidaktisches und pädagogisches Wissen untergliedert, ist eine entscheidende Einflussgröße für die Qualität von Unterricht und den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern. Längsschnittstudien, welche den Erwerb und die Entwicklung des professionellen Wissens von Lehrkräften in seinen Teilbereichen im Verlauf der universitären Phase der Lehrerbildung in den Blick nehmen, fehlen jedoch bisher für das Gebiet der naturwissenschaftlichen Fächer weitestgehend. Unter Nutzung der im vorhergehenden KiL-Projekt entwickelten Tests zum fachlichen, fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Wissen nimmt die KeiLa-Studie nun die Kompetenzentwicklung in mathematischen und naturwissenschaftliche Lehramtsstudiengängen in den Blick. Einerseits wird betrachtet, welche individuellen Merkmale von Lehramtsstudierenden relevant für den Aufbau professionellen Wissens sind. Andererseits wird untersucht, welche Bedeutung institutionelle Faktoren, wie beispielsweise Lerngelegenheiten im Rahmen des Studiums, für den Erwerb professionellen Wissens haben.

Über vier Jahre hinweg führten wir eine Längsschnittstudie an 25 deutschen Hochschulen durch. In jährlichen Abständen fanden, jeweils zu Beginn des Wintersemesters, vier Haupterhebungen als schriftliche Testungen vor Ort an den Hochschulen statt. In diesen Testungen bearbeiteten die teilnehmenden Studierenden Tests zu ihrem professionellen Wissen in den Bereichen Bildungswissenschaften, Fachdidaktik und Fachwissenschaft. Ferner bearbeiteten sie einen Matrizentest zur allgemeinen Intelligenz. In einem Hintergrundfragenbogen wurden Angaben zur Demografie sowie zu allgemeinen Persönlichkeitsmerkmalen, Interessen, motivationalen Orientierungen, epistemischen Überzeugungen und lehramtsbezogenem *stereotype threat* erfasst. Zwischen den Haupterhebungen, jeweils gegen Ende des Sommersemesters, fanden drei Zwischenerhebungen als Online-Befragungen statt. In diesen Befragungen benannten die Studierenden, bezogen auf das aktuelle und das zurückliegende Semester, den Umfang, die Art und die Qualität besuchter Lehrveranstaltungen, die in den Lehrveranstaltungen behandelten Themen sowie die von ihnen erbrachten Prüfungsleistungen. Außerdem beantworteten sie Fragen zu abgeleiteten Praktika, Selbstwert, Lebenszufriedenheit und Prokrastination. Zusätzlich führten wir nach der zweiten und dritten Haupterhebung, ebenfalls als Online-Befragung, einen Fragebogen zum Abbruch der Studienteilnahme durch. In diesen Befragungen eruierten wir, zur späteren Nutzung bei der Imputation fehlender Werte, aus welchen Gründen Studierende die Teilnahme an der vorhergehenden Haupterhebung versäumt hatten. Insgesamt nahmen 709 Lehramtsstudierende der Fächer Biologie, Chemie, Mathematik und Physik an der Studie teil. Hierbei nahmen 493 Studierende mit einem Studienfach und 216 Studierende mit zwei Studienfächern teil.

Erste deskriptive Auswertungen deuten an, dass, trotz leichten Zuwächsen im Verlauf des Studiums, der Erwerb bildungswissenschaftlichen Wissens im Sinne der KMK-Standards für die Lehrerbildung in der universitären Phase der Ausbildung von Lehrkräften begrenzt bleibt. Vorläufige Analysen in den Bereichen der Biologie und Physik identifizierten bereits individuelle und institutionelle Bedingungsfaktoren für den Aufbau fachlichen und fachdidaktischen Wissens in Lehramtsstudiengängen. Im Bereich der Mathematik fanden wir bislang keine Hinweise auf die Wirksamkeit eines *trickle-down* Effektes vom hochschulmathematischen zum schulmathematischen Fachwissen.

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorhaben-Nr./Geschäftszeichen

SAW-2014-IPN-1

1.2 Antragstellende Leibniz-Einrichtung

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel

1.3 Förderlinie

Besonders innovative und risikoreiche Vorhaben

1.4 Thema des Vorhabens

Kompetenzentwicklung in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (KeiLa)

1.5 Berichtszeitraum/Förderungszeitraum insgesamt

01.01.2014 – 31.12.2016 (mit kostenneutraler Laufzeitverlängerung bis zum 31.12.2017)

1.6 Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben (mit Sonderdrucken)

2018, in press, submitted

Bruckermann, T., Ochs, F., & Mahler, D. (submitted). Pre-service biology teachers' understanding of NOS. *Education Sciences*.

Dreher, A., Lindmeier, A., & Heinze, A. (eingereicht). Welches Wissen brauchen Mathematiklehrkräfte? I. Kersten, B. Schmidt-Thieme & S. Halverscheid (Hrsg.), *Beiträge zum Fachtagungsband „Bedarfsgerechte fachmathematische Lehramtsausbildung. Zielsetzungen und Konzepte unter heterogenen Voraussetzungen“*.

Dreher, A., Lindmeier, A., Heinze, A., & Niemand, C. (2018). What kind of knowledge do secondary mathematics teachers need? A conceptualization taking into account academic and school mathematics. *Journal für Mathematikdidaktik*. Advance online publication. doi:10.1007/s13138-018-0127-2.2017.

Großschedl, J., & Harms, U. (in press). A new instrument for measuring pre-service biology teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*.

Großschedl, J., Mahler, D., & Harms, U. (submitted). Construction and evaluation of an instrument to measure content knowledge in biology. *Science Education*.

Großschedl, J., Seredszus, F., & Harms, U. (2018). Angehende Biologielehrkräfte: Evolutionsbezogenes Wissen und Akzeptanz der Evolutionstheorie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. Advance online publication. doi:10.1007/s40573-018-0072-0

Hoth, J., Jeschke, C., Dreher, A., Lindmeier, A., & Heinze, A. (eingereicht). Entwicklung des professionellen Wissens angehender Mathematiklehrkräfte während des Studiums. *Beiträge zum Mathematikunterricht*.

Mahler, D., & Arnold, J. (2018). Wissen ist Macht! Das TPACK-Modell als Grundlage für Mediennutzung im Unterricht. *Unterricht Biologie*, 431(42), 46–48.

Sorge, S., Keller, M., Neumann, K., & Möller, J. (submitted). Investigating the relationship of pre-service physics teachers' professional knowledge, self-concept and interest. *Journal of Research in Science Teaching*.

Sorge, S., Keller, M., Petersen, S., & Neumann, K. (2018). Die Entwicklung des Professionswissens angehender Lehrkräfte. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht – Normative und empirische Dimensionen. GDCP Jahrestagung 2017* (S. 114–117). Regensburg: Universität Regensburg.

Sorge, S., Stender, A., & Neumann, K. (in press). The development of teachers professional competence. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Eds.), *Repositioning PCK in teachers' professional knowledge*. New York, NY: Springer.

Tröbst, S., Kleickmann, T., Heinze, A., Bernholt, A., Rink, R., & Kunter, M. (2018). Teacher knowledge experiment: Testing mechanisms underlying the formation of preservice elementary school teachers' pedagogical content knowledge concerning fractions and fractional arithmetic. *Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. doi:10.1037/edu0000260

2017

Dreher, A., Lindmeier, A., & Heinze, A. (2017). Fachwissen über Zusammenhänge zwischen schulischer und akademischer Mathematik als berufsbezogenes Fachwissenskonstrukt. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (Bd. 3, S. 1111–1114). Münster: WTM.

Hohenstein, F., Kleickmann, T., Zimmermann, F., Köller, O., & Möller, J. (2017). Erfassung von pädagogischem und psychologischem Wissen in der Lehramtsausbildung: Entwicklung eines Messinstruments. *Zeitschrift für Pädagogik*, 63, 91–113. doi: 10.3262/ZP1701091

Kleickmann, T., Tröbst, S., Heinze, A., Bernholt, A., Rink, R., & Kunter, M. (2017). Teacher knowledge experiment: Conditions of the development of pedagogical content knowledge. In D. Leutner, J. Fleischer, J. Grünkorn & E. Klieme (Eds.), *Competence assessment in education: Research, models and instruments* (pp. 111–129). New York, NY: Springer.

Mahler, D., & Arnold, A. (2017). Wissen und Motivation im Umgang mit digitalen Technologien. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 264–277). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag.

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2017). How teachers perceive their expertise: The role of dimensional and social comparisons. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 114–122. doi:10.1016/j.cedpsych.2017.06.007

Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2017). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*. Advanced online publication doi:10.1080/09500693.2017.1346326.

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* (S. 21–37). Berlin: Logos.

Taskin, V., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2017). Student teachers' knowledge about chemical representations. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 39–55. doi:10.1007/s10763-015-9672-z.2016

2016

Dreher, A., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2016). Conceptualizing professional content knowledge of secondary teachers taking into account the gap between academic and school mathematics. In Csíkos, C., Rausch, A. & Sztányi, J. (Eds.). *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 219–226). Szeged, Hungary: PME.

Dreher, A., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2016). Professionelles Fachwissen von Lehrkräften der Sekundarstufen im Spannungsfeld zwischen akademischer und schulischer Mathematik. In Institut für Mathematik und Informatik der Pädagogischen Hochschule

Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (Bd. 1, S. 237–240). Münster: WTM.

Heinze, A., Dreher, A., Lindmeier, A., & Niemand, C. (2016). Akademisches versus schulbezogenes Fachwissen – ein differenzierteres Modell des fachspezifischen Professionswissens von angehenden Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *19*, 329–349.

Meyer, C., Steffensky, M., & Parchmann, I. (2016). Entwicklung des chemiedidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen – Das Fach in der Fachdidaktik. GDCP Jahrestagung 2015* (S. 533–535). Regensburg: Universität Regensburg.

Paulick, I., Großschedl, J., Harms, U., & Möller, J. (2016). Preservice teachers' professional knowledge and its relation to academic self-concept. *Journal of Teacher Education*, *67*, 173–182.

2015

Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T., & Glowinski, I. (2015). Pre-service biology teachers' professional knowledge: Structure and learning opportunities. *Journal of Science Teacher Education*, *26*, 291–318. doi:10.1007/s10972-015-9423-6

Großschedl, J., Neubrand, C., Kirchner, A., Oppermann, L., Basel, N., & Gantner, S. (2015). Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des evolutionsbezogenen Professionswissens von Lehramtsstudierenden (ProWiE). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *21*, 173–185. doi:10.1007/s40573-015-0036-6

Hohenstein, F., Köller, O. & Möller, J. (2015). Pädagogisches Wissen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *18*, 183–186. doi:10.1007/s11618-015-0638-2

Kleickmann, T. (2015). Professionelle Kompetenz von Primarschullehrkräften im Bereich des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, *8*(1), 7–22.

Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S., Cheo, M., & Baumert, J. (2015). Content knowledge and pedagogical content knowledge in Taiwanese and German mathematics teachers. *Teaching and Teacher Education*, *46*, 115–126. doi:10.1016/j.tate.2014.11.004

Kröger, J., Neumann, K., & Petersen, S. (2015). Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. GDCP Jahrestagung 2014* (S. 106–108). Kiel: IPN.

Steffensky, M., Gold, B., Holodynski, M., & Möller, K. (2015). Professional vision of classroom management and learning support in science classrooms: Does professional vision differ across general and content-specific classroom interactions? *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*, 351–368. doi:10.1007/s10763-014-9607-0

Taskin, V., Bernholt, S., & Parchmann, I. (2015). An inventory for measuring student teachers' knowledge of chemical representations: design, validation, and psychometric analysis. *Chemistry Education Research and Practice*, *16*, 460–477. doi:10.1039/c4rp00214h

2014

Großschedl, J., Mahler, D., Kleickmann, T., & Harms, U. (2014). Content-related knowledge of biology teachers from secondary schools: Structure and learning opportunities. *International Journal of Science Education*, *36*, 2335–2366. doi:10.1080/09500693.

- Großschedl, J., Basel, N., & Konnemann, C. (2014). Pre-service biology teachers' acceptance of evolutionary theory and their preference for its teaching. *Evolution: Education and Outreach*, 7(18), 1–16. doi:10.1186/s12052-014-0018-z
- Großschedl, J., Harms, U., Glowinski, I., & Waldmann, M. (2014). Erfassung des Professionswissens angehender Biologielehrkräfte: Das KiL-Projekt. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 67, 457–462.
- Hohenstein, F., Zimmermann, F., Kleickmann, T., Köller, O., & Möller, J. (2014). Sind die bildungswissenschaftlichen Standards für die Lehramtsausbildung in den Curricula der Hochschulen angekommen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 497–507. doi: 10.1007/s11618-014-0563-9
- Kleickmann, T., Großschedl, J., Harms, U., Heinze, A., Herzog, S., Hohenstein, F., Köller, O., Kröger, J., Lindmeier, A., Loch, C., Mahler, D., Möller, J., Neumann, K., Parchmann, I., Steffensky, M., Taskin, V., & Zimmermann, F. (2014). Professionswissen von Lehramtsstudierenden der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer – Testentwicklung im Rahmen des Projekts KiL. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 280–288.
- Loch, C., Lindmeier, A., & Heinze, A. (2014). Elementare Validität der KiL-Maße für fachdidaktisches Wissen und Fachwissen im schulischen Kontext von Lehramtsstudierenden der Mathematik. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 759–762). Münster: WTM.
- Taskin, V., & Bernholt, S. (2014). Students' understanding of chemical formulae: a review of empirical research. *International Journal of Science Education*, 36, 157–185. doi: 10.1080/09500693.2012.744492

1.7 Liste etwaiger Pressemitteilungen und Medienberichte

Neben der allgemeinen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit des IPN wurde eine Projekthomepage für die KeiLa-Studie erstellt (<http://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/projekte/keila>). Zudem wurde ein Bericht über die KeiLa-Studie in die Jubiläumsbroschüre zum fünfzigjährigen Bestehen des IPN aufgenommen (<https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/50-jahre-ipn>).

1.8 Vorhabenprofil (s. elektronisches Antragsverfahren)

Ausgangsfragen des Vorhabens

Als Zwischenfazit lässt sich festhalten, dass die Befundlage zur Entwicklung der professionellen Kompetenz in der ersten Phase der Lehrerbildung defizitär ist. Obwohl mittlerweile geeignete Messinstrumente vorliegen, weiß man wenig darüber, welche institutionellen und individuellen Bedingungen für den erfolgreichen Kompetenzerwerb maßgeblich sind (Zeichner, 2005). Bisherige Studien weisen auf bedeutsame Einflüsse der unterschiedlichen Lehramtsstudiengänge auf den Erwerb professionellen Wissens hin. Allerdings wurden jenseits des Lehramtszugangs (Gymnasium vs. Nicht-Gymnasium) keine weiteren studienrelevanten Prädiktoren wie die Quantität und Qualität von Lerngelegenheiten sowie das Studierverhalten berücksichtigt. Auch wäre es wünschenswert, Indikatoren voruniversitärer Fachkompetenzen zu erheben, um genauer zwischen Selektions- und Entwicklungsprozessen unterscheiden zu können. Hier setzt das KeiLa-Projekt an, das auf der Basis der Vorarbeiten aus dem KiL-Projekt international anschlussfähiges Wissen zur Kompetenzentwicklung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium generieren wird.

Im KeiLa-Projekt sollen professionelle Kompetenzen von Studierenden mathematischer und naturwissenschaftlicher Lehramtsstudiengänge auf der Basis der KMK-Standards für die Lehramtsausbildung längsschnittlich erfasst und modelliert werden. Dabei soll ein Zwei-Kohorten-Design umgesetzt werden, das die Untersuchung der Kompetenzentwicklung im ersten Studienabschnitt (Bachelorphase) und im zweiten Studienabschnitt (Masterphase) erlaubt. Bezogen auf das professionelle Wissen sollen das Fachwissen und das fachdidakti-

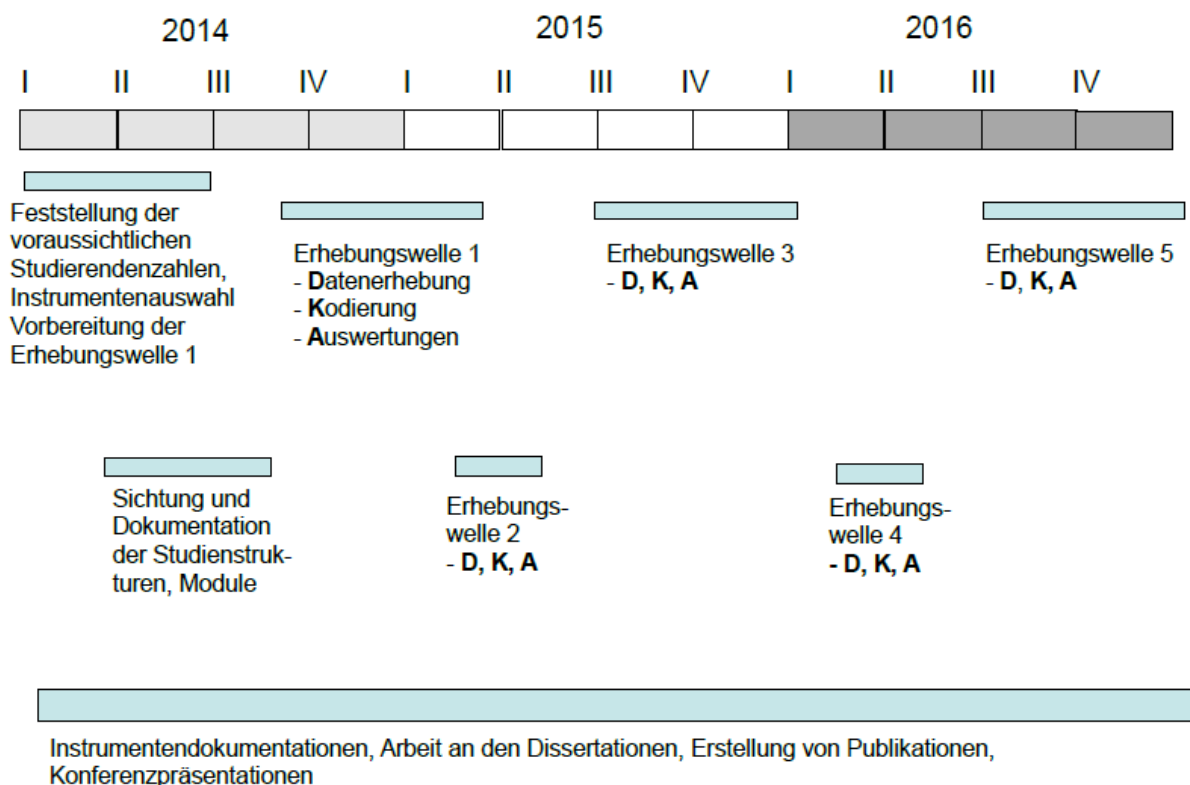
sche Wissen für die Fächer Mathematik, Biologie, Chemie und Physik sowie das bildungswissenschaftliche Wissen berücksichtigt werden.

Zielsetzung des Vorhabens

Die Fragestellungen der Studie erfordern ein längsschnittliches Vorgehen. Hierbei sollen zwei Kohorten – (K1) Studierende in der ersten Studienphase (ersten vier Semester) und (K2) Studierende in der zweiten Studienphase (Masterphase bzw. in den letzten vier Semestern) – berücksichtigt werden. Insgesamt sollen fünf Erhebungszeitpunkte realisiert werden. Die entsprechenden Meilensteine finden sich in Abbildung 1. Die römischen Zahlen markieren jeweils Quartale. Geplant wird hier für einen Projektzeitraum von drei Jahren, konkret vom 1. Januar 2014 bis zum 31. Dezember 2016. Damit wird bei den Studierenden der K1 eine Erhebung bis zum Ende des 4. Semesters möglich sein, bei den fortgeschrittenen Studierenden der K2 bis zum Ende des Lehramtsstudiums.

In den ersten beiden Quartalen des Jahres 2014 sollen die aktuellen relevanten Modulhandbücher der beteiligten Studienorte systematisch auf ihre Angebote in den Bereichen CK, PCK und PK ausgewertet und dokumentiert werden. Erfahrungen im Projekt PaLea haben ergeben, dass es notwendig ist, ergänzend in Befragungen vor Ort weitere Informationen über Lerngelegenheiten zu erfragen. Dazu müssen Hochschulen kontaktiert und Kooperationspartner vor Ort gewonnen werden. Parallel werden die ersten drei Quartale genutzt, um die Anzahl der Studierenden (potenziellen Studienteilnehmenden) an den ausgewählten Standorten (s. unten) festzustellen, die Instrumente für die erste Erhebungswelle auszuwählen sowie die erste Erhebung zu Beginn des Wintersemesters (WS) 2014/15 vorzubereiten.

Abb. 1: Grafische Aufbereitung des Arbeitsplans mit Meilensteinen:



Bemerkungen: D: Datenerhebung; K: Kodierung; A: Auswertungen

Erste Erhebungswelle: Zu Beginn des Studiums im vierten Quartal 2014 werden die voruniversitären Merkmalsausprägungen erfasst. Getestet werden sollen Lehramtsstudierende der K1 und K2 in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik (zum genauen Vorgehen bei der Datenerhebung s. Abb. 1). Die folgenden Variablen sollen in der ersten Erhebungswelle erfasst werden: voruniversitäre mathematische und naturwissenschaftliche Kom-

petenzen (nur K 1); voruniversitäre bildungswissenschaftliche Kompetenzen (nur K 1); CK, PK, PCK mit Instrumenten, die im KiL-Projekt entwickelt wurden (nur K 2); berufsbezogene Selbstregulation; kognitive Grundfähigkeiten; sozialer Hintergrund der Lehramtsstudierenden; berufliche Interessen (RIASEC-Modell von Holland); epistemologische Überzeugungen; Motivation für die Wahl des Lehrerberufs (FEMOLA, s. Pohlmann & Möller, 2010); Persönlichkeitsmerkmale (Big Five).

Zweite Erhebungswelle: Diese soll im Quartal II 2015 erfolgen. Dafür werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer per Fragebogen zu ihrem Studienverhalten (Nutzung und Bewertung von Lerngelegenheiten sowie Prüfungsergebnisse) im abgelaufenen Semester befragt. Die Instrumente werden aus PaLea übernommen und um fachspezifische Elemente zur Einschätzung der Lehrqualität ergänzt.

Dritte Erhebungswelle: Diese findet im Quartal III und IV 2015 statt und wird für beide Kohorten hinsichtlich der Instrumentierung weitgehend identisch sein. Jede/r Studierende bearbeitet die entsprechenden im KiL-Projekt entwickelten Tests für CK, PCK und für die Bildungswissenschaften im ersten Studienfach und für das zweite Fach, sofern es Mathematik oder eine Naturwissenschaft ist. Um in der K1 die Fachwissenstests mit den Tests zu den voruniversitären Leistungen verlinken zu können, werden Teilmengen der Leistungsitems aus der Erhebungswelle 1 erneut eingesetzt. Per Fragebogen werden wiederum berufliche Interessen und das Studierverhalten im vergangenen Semester erfragt.

Vierte Erhebungswelle: Diese findet in Quartal II 2016 statt, und es werden Instrumente analog zur zweiten Erhebungswelle eingesetzt.

Fünfte Erhebungswelle: Diese findet im Quartal III und IV 2016 statt und erfolgt analog zur dritten Erhebungswelle.

Kurzbeschreibung

Die Förderung der professionellen Kompetenz von Lehrkräften steht im Zentrum von Maßnahmen zur Verbesserung der Bildungsqualität (Halasz, Santiago, Ekholm, Matthews & McKenzie, 2004; Hattie, 2009). Substanzielle Unterschiede zwischen Lehrkräften in den fachbezogenen Aspekten der professionellen Kompetenz entstehen überwiegend in der ersten universitären Phase der Lehramtsausbildung (Brunner et al., 2006; Kunter, Kleickmann, Klusmann & Richter, 2011). Zur Vereinheitlichung der Lehrerausbildung hat die Ständige Konferenz der Kultusminister in Deutschland (KMK) in ihren Beschlüssen von 2004 und 2008 für 19 Fächer (darunter Biologie/Chemie/Mathematik/Physik) fachliche und fachdidaktische Bildungsstandards sowie Standards für die Bildungswissenschaften verabschiedet. Bislang liegt allerdings keine empirische Evidenz vor, inwieweit a) diese Standards erreicht werden und b) unter welchen institutionellen und individuellen Bedingungen sich die geforderten Kompetenzen entwickeln (vgl. Bauer et al., 2010; Kunter et al., 2011). Ein Grund dafür ist u.a. der Mangel an Testverfahren zur adäquaten Erfassung entsprechenden fachlichen, fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Kompetenzen.

In den vergangenen drei Jahren wurden in einem von der Leibniz-Gemeinschaft geförderten Projekt (SAW, Projektname: „Messung professioneller Kompetenzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen“; Akronym: KiL) auf der Basis der KMK-Standards entsprechende Itempools für die Fächer Biologie, Chemie, Mathematik und Physik und die Bildungswissenschaften in Kooperation mit der Universität Kiel (Prof. Dr. Jens Möller) entwickelt. Im hier beantragten Projekt KeiLa sollen die im KiL-Projekt entwickelten Instrumente für die längsschnittliche Modellierung der Kompetenzen von Lehramtsstudierenden genutzt werden. Vor dem Hintergrund der Befunde aus den Projekten COACTIV (Kunter, Baumert, Blum et al., 2011), PaLea (Bauer et al., 2010), ProWiN (Borowski, Neuhaus, Teppner et al., 2010) und TEDS-M (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010a, 2010b) ist das zentrale Ziel des KeiLa-Projekts Wissen darüber zu erlangen, welche kognitiven und motivationalen Eingangsvoraussetzungen der Lehramtsstudierenden und welche institutionellen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der professionellen Kompetenz von Lehramtsstu-

dierenden förderlich sind. Hierfür soll ein Mehrkohorten-Längsschnitt von 1.800 angehenden Lehrkräften über drei Jahre mit wiederholten Testungen und Befragungen begleitet werden.

2. Arbeits- und Ergebnisbericht

2.1 Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens

Im deutschsprachigen Raum legen Arbeiten zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften meist das Kompetenzmodell von Baumert und Kunter (2006) zugrunde. Im Einklang mit der klassischen Taxonomie von Shulman (1987) unterscheidet dieses Kompetenzmodell im Bereich des Professionswissens zwischen *content knowledge* (Fachwissen, CK), *pedagogical knowledge* (bildungswissenschaftliches Wissen, PK) und *pedagogical content knowledge* (fachdidaktisches Wissen, PCK). Unter CK wird hierbei sowohl ein über Allgemeinwissen hinausgehendes, vertieftes Fakten- und Konzeptwissen als auch ein Wissen um Argumentationen und Begründungen innerhalb des betroffenen Faches verstanden. Auf Basis von Erkenntnissen von Pädagogik und Psychologie umfasst PK ein Wissen um informationsverarbeitungstheoretische Lernmodelle, die psychosoziale Entwicklung von Kindern und Jugendlichen, verschiedene Unterrichtsmethoden und das Bildungssystem. An der Schnittstelle der beiden vorgenannten Wissensbereiche besteht PCK aus Wissen über fachspezifische Schülervorstellungen und über die Vermittlung und Strukturierung von Fachinhalten. Häufig wird angenommen, dass CK eine notwendige, aber keine hinreichende Vorbedingung für den Aufbau von PCK darstellt (Baumert & Kunter, 2006; Riese, 2010).

Vielfach ist gezeigt worden, dass das Professionswissen von Lehrkräften entscheidend für kognitive Lernfortschritte und die motivationale Entwicklung von Schülerinnen und Schülern ist (z.B. Baumert et al., 2010; Hill, Rowan, & Ball, 2005; Lange, Kleickmann, Tröbst, & Möller, 2012). Für eine optimale Förderung des professionellen Wissens von Lehrkräften ist nun ein präzises Verständnis der zugrundeliegenden Entwicklungsprozesse von elementarer Bedeutung. Auf theoretischer Ebene besteht Einigkeit, dass Lehrkräfte professionelles Wissen im berufsbiografischen Prozess, beginnend mit der universitären Ausbildung, erwerben (Baumert & Kunter, 2006; Darling-Hammond, 2006; Terhart, 2001). Die Forschung zur Entstehung fachlichen, bildungswissenschaftlichen und fachdidaktischen Wissens ist jedoch, vor allem im Bereich der naturwissenschaftlichen Fächer, durch ein weitestgehendes Fehlen quantitativer Längsschnittstudien gekennzeichnet. Dies ist in Teilen auch darauf zurückzuführen, dass erst in jüngerer Vergangenheit Testverfahren zur Erfassung des professionellen Wissens von Lehrkräften entwickelt worden sind.

In bisherigen empirischen Untersuchungen wurden voruniversitäre fachliche Kompetenzen, Intelligenz, die Abiturnote sowie Persönlichkeitsmerkmale als relevante individuelle Prädiktoren des Kompetenzerwerbs in der Hochschule identifiziert (Busker, Klostermann, Herzog, Huber, & Parchmann, 2011; Meltzer, 2002; Rach & Heinze, 2013; van Bragt, Bakx, Bergen, & Croon, 2011). Im Bereich der institutionellen Prädiktoren erwies sich die Art des angestrebten Lehramtszugangs (gymnasial vs. nicht-gymnasial) als bedeutsam für den Erwerb fachlichen und fachdidaktischen Wissens (Riese & Reinhold, 2009, 2010).

Vor diesem Hintergrund standen zwei Forschungsfragen im Zentrum der KeiLa-Studie. Erstens, sollten längsschnittlich Niveaus und Entwicklungsverläufe professionellen Wissens in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen erfasst werden. Dabei sollte ein Fokus auf Zuwachsraten und differenziellen Entwicklungsverläufen in unterschiedlichen Studiengängen und -fächern liegen. Dies geschah auf Basis von Testverfahren, welche die KMK-Standards für die Lehrerbildung abbildeten.

Zweitens, sollten individuelle und institutionelle Bedingungsfaktoren der Entwicklung professionellen Wissens in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen untersucht werden. Im Bereich der individuellen Bedingungsfaktoren sollte insbesondere die Bedeutung von kognitiven und motivationalen Eingangsvoraussetzungen für die Entwicklung professionellen Wissens in den Blick genommen werden. Darüber hinaus sollten Wechselwirkungen zwischen fachlichem, fachdidaktischem und bildungswissenschaftlichen Wissen

im Entwicklungsverlauf betrachtet werden. Im Bereich der institutionellen Bedingungsfaktoren sollte das Hauptaugenmerk auf der Bedeutung der Quantität und Qualität von Lerngelegenheiten für die Entwicklung professionellen Wissens im Studium liegen. Die Qualität von Lerngelegenheiten wurde hierbei über Bewertungen von Studierenden erfasst, welche sich an den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität orientierten.

2.2 Entwicklung der durchgeführten Arbeiten einschließlich Abweichungen vom ursprünglichen Konzept, wissenschaftliche Fehlschläge, Probleme in der Vorhabenorganisation oder technischen Durchführung

Unsere Längsschnittstudie umfasste – infolge einer kostenneutralen Laufzeitverlängerung – insgesamt sieben Erhebungswellen: vier Haupterhebungen in jährlichem Abstand, jeweils zu Beginn des Wintersemesters (Mitte bis Ende November), und drei Zwischenerhebungen, jeweils gegen Ende des dazwischenliegenden Sommersemesters Mitte (Mitte Juni bis Ende August). Die Haupterhebungen fanden als schriftliche Testungen vor Ort an 25 teilnehmenden Hochschulen statt. Die Zwischenerhebungen wurden als Online-Befragungen durchgeführt.

Vor der Durchführung der ersten Haupterhebung wurde die endgültige Instrumentierung festgelegt. Hierzu wurden die Daten und Itempools des Vorläuferprojekts KiL eingehend analysiert. Für die Tests zum fachlichen und fachdidaktischen Wissen in Biologie und Chemie wurde ein einfaches Testheftdesign ohne Rotation gewählt. Für die Tests zum fachlichen und fachdidaktischen Wissen in Mathematik und Physik wurde ein teilrotiertes Testheftdesign gewählt. Für Mathematik wurden spezifische Testhefte für Studierende im 1. Fachsemester, im 3. Fachsemester, ab dem 5. Fachsemester (Sekundarstufe I) und ab dem 5. Fachsemester (Sekundarstufe II) entworfen. Für Physik wurden spezifische Testhefte für Studierende im 1., im 3., im 5.-7. und ab dem 9. Fachsemester zusammengestellt. Für die Erfassung des bildungswissenschaftlichen Wissens wurden zwei separate Testhefte erstellt. Das erste Testheft war für alle teilnehmenden Studierenden vorgesehen, während das zweite Testheft nur für Studierende vorgesehen war, welche mit einem zweiten Studienfach teilnahmen. Entgegen der ursprünglichen Planung, unter Rücksprache mit Methodikern, wurde auf gesonderte Tests zu voruniversitären Kompetenzen verzichtet; stattdessen wurden entsprechende Items in die Testheftdesigns der Tests zum Professionswissen aufgenommen.

Außerdem wurde ein Matrizenintelligenztest (KFT) als Indikator allgemeiner Intelligenz in die Instrumentierung aufgenommen. Ferner wurde ein – für die Fächer weitestgehend identischer – Hintergrundfragebogen zusammengestellt. Dieser umfasste Fragen zur Soziodemografie der Studierenden, zum gewählten Studiengang, zu Interessen und Selbstkonzept bezogen auf Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften, zu beruflichen Interessen nach dem RIASEC-Modell sowie zur Motivation für die Wahl des Lehrerberufs. Diese Fragen wurden ergänzt um Skalen zu allgemeinen Persönlichkeitsmerkmalen, epistemischen Überzeugungen und lehramtsbezogenen *stereotype threat*. Schließlich wurden noch Skalen zur emotionalen Erschöpfung, zum beruflichen Commitment und zur sozialen Ängstlichkeit in den Hintergrundfragebogen aufgenommen. Diese waren vorgesehen zur Bearbeitung von Fragestellungen im Themengebiet Selbstregulation, Wohlbefinden und Burnout.

Es mussten Kooperationspartner an den jeweiligen Hochschulen gefunden werden. Diese übernahmen vor Ort auch die Anwerbung von Studierenden für die Studienteilnahme. Sie wurden hierzu von uns zentral angeleitet und erhielten vorbereitete Werbematerialien. Die Kooperationspartner, oder von ihnen beauftragte Personen, erhielten anschließend, in Abhängigkeit von der Anzahl einschlägiger Lehrveranstaltungen, in der sie Werbung für unsere Studie gemacht hatten, ein Honorar für ihre Rekrutierungsbemühungen. Den Kooperationspartnern oblag dann auch die Durchführung der schriftlichen Testungen der ersten Haupterhebung. Sie organisierten hierzu vor Ort entsprechende Räumlichkeiten. Die Testungen der ersten Haupterhebung fanden in einem dreiwöchigen Zeitfenster von Mitte bis Ende November 2014 statt. An jedem Standort wurden zwei Testtage angeboten, die in der Regel an einem Wochenende samstags und sonntags aufeinanderfolgten. Die Testungen dauerten je-

weils 4,5 Stunden. Das gesamte Testmaterial inklusive der Testleitermanuale wurde zentral in Kiel gedruckt, gepackt und dann postalisch an die Studienstandorte verschickt. Nach Abschluss der Testungen wurde das gesamte Material inklusive der ausgefüllten Testhefte und Fragebögen wieder nach Kiel zurückgeschickt. In Kiel wurde dann zentral die Dateneingabe vorgenommen. Insbesondere die reliablen Kodierung zahlreicher offener Aufgaben erwies sich hierbei als aufwändig. An der ersten Haupterhebung nahmen 290 Studierende teil. Die Kooperationspartner erhielten ein Honorar für die Testdurchführung.

Vor der ersten Zwischenerhebung wurde die Instrumentierung der Zwischenerhebungen festgelegt. Diese beinhaltete, jeweils für die Bereiche Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaften, eine Erfassung der in Lehrveranstaltungen behandelten Themenfelder, Fragen nach dem Umfang, der Art und der Qualität besuchter Lehrveranstaltungen sowie Angaben zu erbrachten Prüfungsleistungen. Außerdem wurden Fragen zu abgeleiteten Praktika und Skalen zu Selbstwert, Lebenszufriedenheit und Prokrastination in die Zwischenerhebungen aufgenommen. In Anlehnung an die Basisdimensionen der Unterrichtsqualität neu zusammengestellte und adaptierte Kurzskalen zur Erfassung der Lehrveranstaltungsqualität wurden in einer Pilotierung mit ca. 200 Studierenden getestet. Die Fragen und Skalen der Zwischenerhebung wurden in Online-Fragebögen implementiert (unipark). Die Studierenden wurden via Email zur Teilnahme an der Online-Befragung von Mitte Juni bis Ende August 2015 eingeladen. An der ersten Zwischenerhebung nahmen 272 Studierende teil. Nach der ersten Zwischenerhebung erhielten die Studierenden erstmals eine Vergütung.

In der ersten Haupterhebung erwiesen sich die Tests zum fachbezogenen Wissen in Chemie als zu kurz für die vorgesehene Testzeit. Für die zweite Haupterhebung wurden diese Tests daher um einige Aufgaben verlängert. Nach dem eher enttäuschenden Ergebnis der Rekrutierung zur ersten Haupterhebung beschlossen wir zur zweiten Haupterhebung weitere Studierende für die Studienteilnahme anzuwerben. Die Studierenden der ersten Haupterhebung wurden via Email zur zweiten Haupterhebung eingeladen. Ansonsten verlief die zweite Haupterhebung genauso wie die erste Haupterhebung. An der zweiten Haupterhebung nahmen 587 Studierende teil.

Die zweite und dritte Zwischenerhebung verliefen analog zur ersten Zwischenerhebung. An der zweiten Zwischenerhebung nahmen 562 Studierende teil. An der dritten Zwischenerhebung nahmen 403 Studierende teil. Sowohl nach der zweiten als auch nach der dritten Zwischenerhebung erhielten Studierende einen Teil ihrer Gesamtvergütung.

Für die dritte und vierte Haupterhebung wurden keine neuen Studierenden mehr rekrutiert. Gelegentlich mussten ausscheidende Kooperationspartner ersetzt werden. Ansonsten verliefen die dritte und vierte Haupterhebung genauso wie die vorigen Haupterhebungen. An der dritten Haupterhebung nahmen 288 Studierende teil. An der vierten Haupterhebung nahmen 240 Studierende teil. Über alle Erhebungen hinweg nahmen insgesamt 709 Studierende teil; davon nahmen 493 Studierende mit einem Studienfach und 216 Studierende mit zwei Studienfächern teil. Auch nach der dritten und vierten Haupterhebung erhielten Studierende eine Vergütung.

Neben den mit den Datenerhebungen verbundenen Arbeiten wurde fortlaufend an der Dokumentation der relevanten Studienstrukturen und Modulhandbücher sowie am Daten-cleaning, insbesondere an der Sicherstellung der Übereinstimmung der Personencodes zwischen den Datensätzen verschiedener Erhebungen, gearbeitet. Ebenso wurden beständig Datenauswertungen vorgenommen. Im Förderzeitraum wurden vorläufige Ergebnisse aus dem laufenden Projekt auf folgenden nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt: auf Jahrestagungen der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF), auf einer Jahrestagung der Arbeitsgruppe für Empirische Pädagogische Forschung (AEPF), auf Kongressen der European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), auf Jahrestagungen der Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik (GDGP), auf Konferenzen der National Association for Research in Science Teaching (NARST), auf einem Kongress der European Science Education Research Association (ESERA), auf Jahresta-

gungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM), auf einer Konferenz der International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME), auf dem International Congress of Mathematical Education (ICME), auf internationalen Tagungen der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB), auf einer Konferenz der European Researchers in Didactics of Biology (Eridob), auf der International Conference on Chemistry Education (ICCE) und auf der EuroVariety in Chemistry Education Conference.

Die Übergabe aufbereiteter und dokumentierter Datensätze an ein Forschungsdatenzentrum zur langfristigen Speicherung ist geplant. Voraussichtlich wird die Speicherung im Forschungsdatenzentrum des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen in Berlin erfolgen.

Die Stichprobenrekrutierung und -erhaltung erwies sich als schwieriger als in unseren Planungen angenommen. Gelegentlich trafen wir auch bei Hochschulen und potentiellen Kooperationspartnern auf Vorbehalte gegenüber unserer Studie, so dass beispielsweise in Berlin nur Studierende der Mathematik an der Studie teilnehmen konnten. Wir ergriffen eine Reihe von Maßnahmen, um mit diesen Problemen umzugehen: Die Zahl der teilnehmenden Hochschulen wurde von 10 auf 25 erhöht. Nach einem sehr unbefriedigenden Rekrutierungsergebnis bei der ersten Haupterhebung, rekrutierten wir bei der zweiten Haupterhebung weitere Studierende zur Studienteilnahme nach. Diese Nachrekrutierung öffneten wir für Studierende des 1., 3., 5., und 7. Fachsemesters. Durch eine Laufzeitverlängerung um ein Jahr konnten eine dritte Zwischenerhebung und eine vierte Haupterhebung durchgeführt werden. Einerseits gewährleistete dies, dass die nachrekrutierten Studierenden über drei Jahre verfolgt werden konnten. Andererseits konnte Studierenden der ersten Rekrutierung eine Teilnahme über vier Jahre ermöglicht werden. Um die Motivation zum Verbleib in der Studie zu erhöhen, wurde die Höhe der Vergütung gestaffelt. Je nach Dauer der bisherigen Studienteilnahme erhielten die Studierenden 8, 10 oder 12 Euro pro Stunde Test- und Fragebogenbearbeitung. Um den Dropout zwischen Haupt- und Zwischenerhebungen zu begrenzen, erfolgte die Auszahlung der Vergütung für das erste und zweite Jahr der Studienteilnahme jeweils erst nach der entsprechenden Zwischenerhebung. Zusätzlich betrieben wir eine intensive, in Teilen individuelle, Stichprobenpflege via Email, um die Studierenden zur fortlaufenden Teilnahme an der Studie zu motivieren.

2.3 Darstellung der erreichten Ergebnisse und Diskussion im Hinblick auf den relevanten Stand der Wissenschaft, mögliche Anwendungsperspektiven und denkbare Folgevorhaben

Die letzten ausgefüllten Tests und Fragebögen der vierten Haupterhebung haben uns im Januar 2018 auf dem Postweg in Kiel erreicht. Die Dateneingaben und das Datencleaning konnten weitgehend in der ersten Jahreshälfte 2018 abgeschlossen werden. Für diesen Bericht liegen daher noch keine endgültigen Auswertungen der Hauptfragestellungen vor. Insbesondere der adäquate Umgang mit fehlenden Werten erfordert ein anspruchsvolles statistisches Vorgehen. Wir beschränken uns hier also auf ausgewählte vorläufige Ergebnisse der frühen Erhebungswellen oder auf Betrachtungen ohne angemessene Berücksichtigung der für fehlende Werte verantwortlichen Prozesse.

Niveau des bildungswissenschaftlichen Wissens im Verlauf des Studiums

Der Test zum bildungswissenschaftlichen Wissen umfasste zehn Subtests. Inhaltlich orientierten sich diese Subtests an den KMK-Standards für die Lehrerbildung. Vier Subtests wurden von allen teilnehmenden Studierenden bearbeitet. Dies waren die Subtests zum Lehren, zum Lernen, zur Leistungsbeurteilung und zur Klassenführung. Der Subtest zum Lehren prüfte die Kenntnis unterschiedlicher Lehrformen und Unterrichtsmethoden. Der Subtest zum Lernen thematisierte behavioristische, informationsverarbeitungstheoretische und konstruktivistische Lerntheorien, die Bedeutung von Vorwissen und Intelligenz für Lernprozesse sowie den Zusammenhang zwischen Motivation und Lernen. Der Subtest zur Leistungsbeurteilung befasste sich mit den Eigenschaften von Schulnoten, mit Bezugsnormen und mit der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften. Der Subtest zur Klassenführung schließlich adres-

sierte Allgegenwärtigkeit, Überlappung und Gruppenfokus, den angemessenen Einsatz von Regeln, den Umgang mit Konflikten sowie die Mitbestimmung durch Schülerinnen und Schüler.

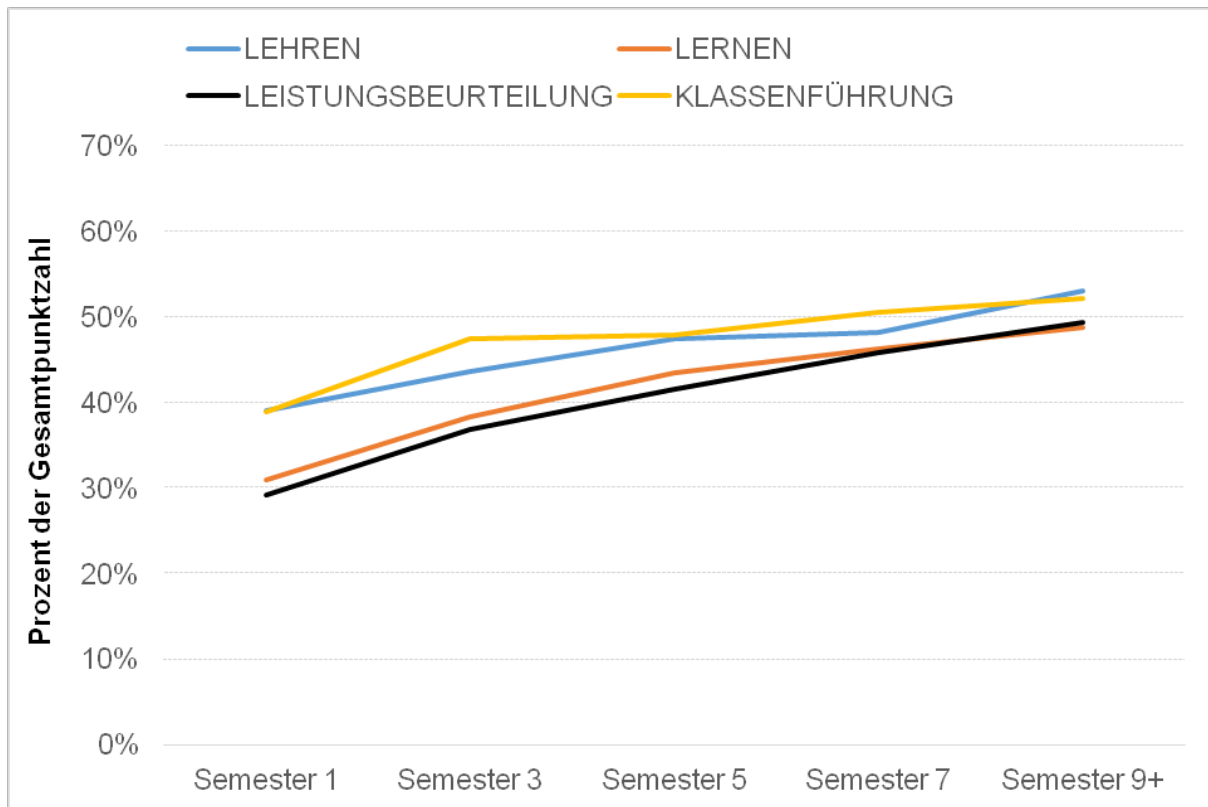


Abb. 1. Kriteriale Zielerreichung im bildungswissenschaftlichen Wissen nach Subtest und Studiensemester

Um uns einen ersten Eindruck über das Niveau des bildungswissenschaftlichen Wissens im Verlauf des Studiums zu verschaffen, berechneten wir im Sinne einer kriterialen Zielerreichung für die einzelnen Subtests, wie viel Prozent der möglichen Gesamtpunktzahl die Studierenden erreicht hatten. Der Test zum bildungswissenschaftlichen Wissen erwies sich als sehr schwer (s. Abb. 1). Im 1. Semester erreichten die Studierenden durchschnittlich nur ungefähr 30 Prozent der möglichen Gesamtpunktzahl auf den Subtests zum Lernen und zur Leistungsbeurteilung. Parallel erreichten sie durchschnittlich ungefähr 40 Prozent der möglichen Gesamtpunktzahl auf den Subtests zum Lehren und zur Klassenführung. Im Verlauf des Studiums stieg das bildungswissenschaftliche Wissen leicht an, so dass im 9. oder höheren Semester die Studierenden auf allen vier Subtests durchschnittlich um die 50 Prozent der möglichen Gesamtpunktzahl erzielten. Offenbar erwarben die Studierenden im Verlauf des Studiums nur eingeschränkt bildungswissenschaftliches Wissen im Sinne der KMK-Standards für die Lehrerbildung. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass entsprechende Inhalte nicht ausreichend in den pädagogisch-psychologischen Anteilen des Lehramtsstudiums behandelt werden. Eine Betrachtung der Zwischenerhebungsdaten wird hier zukünftig Klarheit bringen; die Studierenden hatten Angaben zu den in Lehrveranstaltungen behandelten Themenfeldern gemacht.

Institutionelle und individuelle Determinanten der Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte

In der fachdidaktischen Forschung haben sich primär die Facetten CK (*content knowledge*) und PCK (*pedagogical content knowledge*) als zentrale Dimensionen des Professionswissens etabliert (Abell, 2007). Bezogen auf das CK fordern Grossman, Schoenfeldt und Lee (2005), dass Lehrkräfte neben den Fachinhalten, die sie im Unterricht behandeln, auch Wis-

sen besitzen, um Schülerinnen und Schüler auf ein entsprechendes Fachstudium vorzubereiten. In ihrer Analyse der verschiedenen Konzeptionen von PCK identifizieren Park und Oliver (2008) vier Bereiche, die die zentralen Komponenten des PCKs darstellen: Wissen über Schülervorstellungen, Instruktionsstrategien, Assessment und Curriculum (siehe auch Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999). Diese Bereiche formen den Kern des PCK, in dem (angehende) Physiklehrkräfte im Laufe ihres Studiums Wissen erwerben sollten. In bisherigen Untersuchungen des Professionswissens (angehender) Physiklehrkräfte konnte die mehrdimensionale Struktur des Professionswissens wiederholt bestätigt werden (z.B. Kirschner et al., 2016; Riese & Reinhold, 2012; Sorge et al., 2017). Allerdings existieren bisher nur unzureichend Längsschnittstudien, die individuelle und institutionelle Einflussfaktoren der Entwicklung von CK und PCK in den Blick nehmen. Bisherige (vorwiegend querschnittliche) Untersuchungen legen nahe, dass die Abiturnote der beste Prädiktor für Erfolg im Studium darstellt (Sorge et al., 2017). Weiterhin ist vor allem die Anzahl besuchter Lehrveranstaltung für eine positive Entwicklung entscheidend (Riese & Reinhold, 2012). Zudem ist in der Literatur wiederholt darauf hingewiesen worden, dass CK eine notwendige Voraussetzung für die weitere Entwicklung PCK darstellt (Kind, 2009). Im KeiLa-Projekt soll nun der Frage nachgegangen werden, inwiefern die individuellen und institutionellen Bedingungsfaktoren die Entwicklung von CK und PCK beeinflussen.

Zur Untersuchung der Entwicklung des CK und PCK angehender Physiklehrkräfte wurden in den Haupterhebungen der Jahre 2014 $N_1 = 49$, 2015 $N_2 = 97$, 2016 $N_3 = 46$ und 2017 $N_4 = 34$ Lehramtsstudierende der Physik befragt. Zusätzlich beantworteten die Probanden zwischen den Erhebungen Fragen zu den von ihnen besuchten Lehrveranstaltungen. Insgesamt konnten so $N = 51$ vollständige Daten von Probanden mit zwei aufeinanderfolgenden Haupterhebungen sowie einer Zwischenerhebung erhoben werden. Diese Studierenden waren im Mittel 21,9 Jahre alt ($SD = 3,3$ Jahre), 49% von ihnen waren weiblich und 75% strebten eine Berechtigung als Gymnasiallehrkraft an. Die Erfassung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte erfolgte mit den im KiL-Projekt entwickelten und erprobten Tests (Kleickmann et al., 2014; Sorge et al., 2017). Zur Erfassung des CK wurden insgesamt 98 Items verwendet (*rotated booklet design*). Der CK-Test zeigt eine gute Passung auf das Rasch-Modell nach Ausschluss von 10 Items und eine gute Reliabilität der Schätzer der Personenfähigkeit von .87. Für PCK wurden 39 Items eingesetzt. Dabei wurde ein Item auf Grund eines unpassenden Modellfits ausgeschlossen, womit sich ebenfalls eine akzeptable Reliabilität der Schätzer der Personenfähigkeit von .71 ergab.

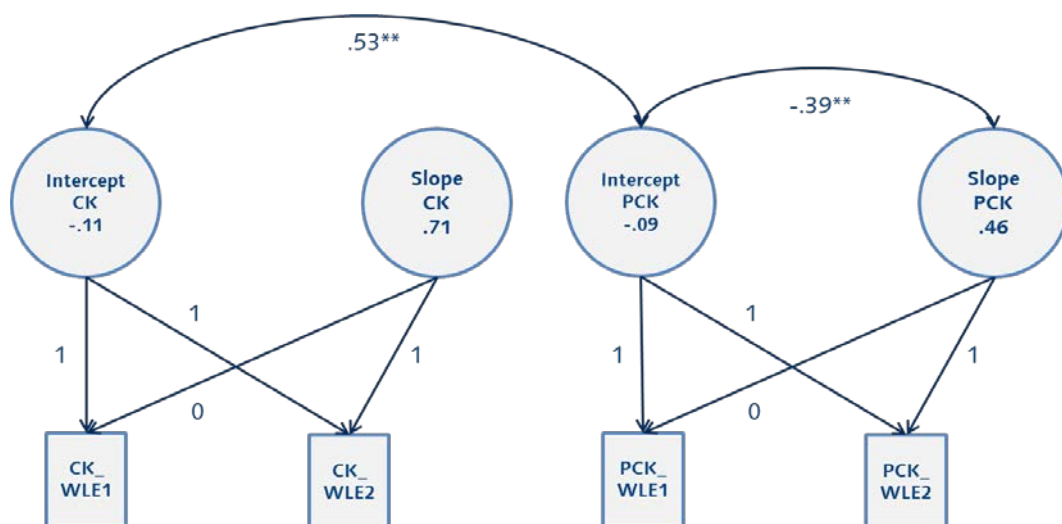


Abb. 2. Strukturgleichungsmodell zum Ausgangsniveau und Entwicklung von CK und PCK in Physik

Zur Analyse des wechselseitigen Einflusses der Wissensfacetten sowie individueller und institutioneller Einflussfaktoren wurden ein *latent growth curve model* geschätzt, wobei als

Vereinfachung die Varianzen der Wissensindikatoren auf 0 fixiert wurden und mithilfe der *full information maximum likelihood* Schätzung unvollständige Fälle Berücksichtigung fanden. Mit einem *latent growth curve model* ist es möglich Einflussfaktoren sowohl auf das Ausgangsniveau als auch auf den Lernzuwachs zu identifizieren (s. Abb. 2).

Zunächst ist festzuhalten, dass das Ausgangsniveau von CK und PCK erwartungskonform im mittleren Bereich miteinander korrelierte ($r = .53, p < .01$). Außerdem zeigte sich, dass Studierende mit einem hohem Ausgangsniveau im PCK weniger im PCK dazulernen ($r = -.39, p < .01$). Weiterhin zeigte sich (s. Tab. 1), dass sowohl das Ausgangsniveau im CK als auch das Ausgangsniveau im PCK von der Abiturnote und der Semesterzahl positiv beeinflusst wurden. Schließlich war der Lernzuwachs im CK vor allem durch die Anzahl besuchter Fachveranstaltungen bedingt. Für PCK konnte dieser Effekt zunächst nicht bestätigt werden.

	Intercept CK	Slope CK	Intercept PCK	Slope PCK
Abiturnote	-.24**	-.17	-.26**	.13
Semester	.49***	.17	.38***	.08
Anzahl Fachveranstaltungen	.08	.52***	---	---
Anzahl Fachdidaktikveranstaltungen	---	---	-.12	-.04

Tab. 1. Prädiktoren von Ausgangsniveau und Entwicklung von CK und PCK in Physik

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die im KiL-Projekt entwickelten Tests (Sorge et al., 2017) geeignet sind, um die Entwicklung angehender Lehrkräfte nachzuvollziehen. Die Analysen zeigen, dass zwar das Ausgangsniveau im CK und PCK von der Abiturnote abhängt, diese jedoch die weitere Entwicklung nicht signifikant vorhersagt. Für PCK war es bisher nicht möglich signifikante Prädiktoren für die Entwicklung zu identifizieren. Denkbar wäre, dass hier vor allem weitere Aspekte professioneller Kompetenz wie die lehrbezogenen Überzeugungen (Baumert & Kunter, 2006) sowie die konkrete Ausgestaltung der fachdidaktischen Lerngelegenheiten einen Einfluss haben.

Gibt es *trickle-down* Effekte vom hochschulmathematischen zum schulmathematischen Fachwissen?

Anschließend an die KiL-Studie wurde auch in der KeiLa-Studie das fachspezifische Professionswissen von (angehenden) Mathematiklehrkräften zum einen differenziert in das fachdidaktische Wissen einerseits und das Fachwissen andererseits, wobei sich das Fachwissen weiter differenzieren lässt in eine schulbezogene und akademische Fachwissenskomponente (Heinze et al., 2016). Dabei beinhaltet das schulbezogene Fachwissen (SRCK) Wissen über die Zusammenhänge zwischen der akademischen Mathematik und der Schulmathematik, während das akademische Fachwissen (CK) ausschließlich Wissen über Hochschulmathematik enthält. Diese Unterscheidung schließt an die Debatte um die Trennung von hochschul- und schulmathematischem Fachwissen an (z.B. Bromme, 1994), die auch für die Inhalte der Mathematiklehramtsausbildung relevant ist. Die inhaltliche Strukturierung von Lehramtsstudiengängen für die Sekundarstufe sieht in der Regel nur Hochschulmathematik als fachlichen Studieninhalt vor, während die Schulmathematik aus dieser fachwissenschaftlichen Perspektive nicht aufgegriffen wird. Dabei wird angenommen, dass Studierende durch das Studium der Hochschulmathematik automatisch die Schulmathematik und ihre Struktur verstehen. Wu (2015) beschreibt diese Annahme als *intellectual trickle-down theory*.

Neben der Hauptfragestellung nach der Entwicklung des Professionswissens im Verlauf des Studiums ist daher eine der zentralen Fragen, die im Hinblick auf die Mathematiklehramtsausbildung in der KeiLa-Studie beantwortet werden soll, wie und durch welche Bedingungsfaktoren sich das schulbezogene Fachwissen (SRCK) entwickelt.

Mit diesem Ziel wurden die Daten von 165 Erstsemesterstudierenden und 118 Drittsemesterstudierenden von verschiedenen Hochschulen aus ganz Deutschland ausgewertet, die jeweils die Tests zum akademischen Fachwissen und schulbezogenen Fachwissen absolvierten. Zusätzlich wurden weitere Faktoren aus dem Hintergrundfragebogen als mögliche

Bedingungsfaktoren für die Entwicklung des schulbezogenen Fachwissens herangezogen, wie die kognitive Grundfähigkeit, die durch den KFT erfasst wurde (Heller & Perleth 2000), und Praxiserfahrungen, die im Hintergrundfragebogen durch ein dichotomes Item erfragt wurden. Zweiundsiebzig Personen hatten die Tests und Fragebögen sowohl zu Beginn des Studiums als auch zu Beginn des dritten Semesters – also nach einem Studienjahr – ausgefüllt und konnten für die folgenden längsschnittlichen Analysen herangezogen werden.

Die Wissenstest und der Test der kognitiven Grundfähigkeit wurden für die Erst- und Drittsemesterstudierenden Rasch-skaliert, wobei die Verlinkung über konstante Itemparameter erfolgte. Darüber hinaus wurden *weighted likelihood estimates* (wle) der Personenfähigkeit geschätzt. Die Reliabilitäten der Tests waren zufriedenstellend bis gut ($.74 \leq wle_{rel} \leq .82$).

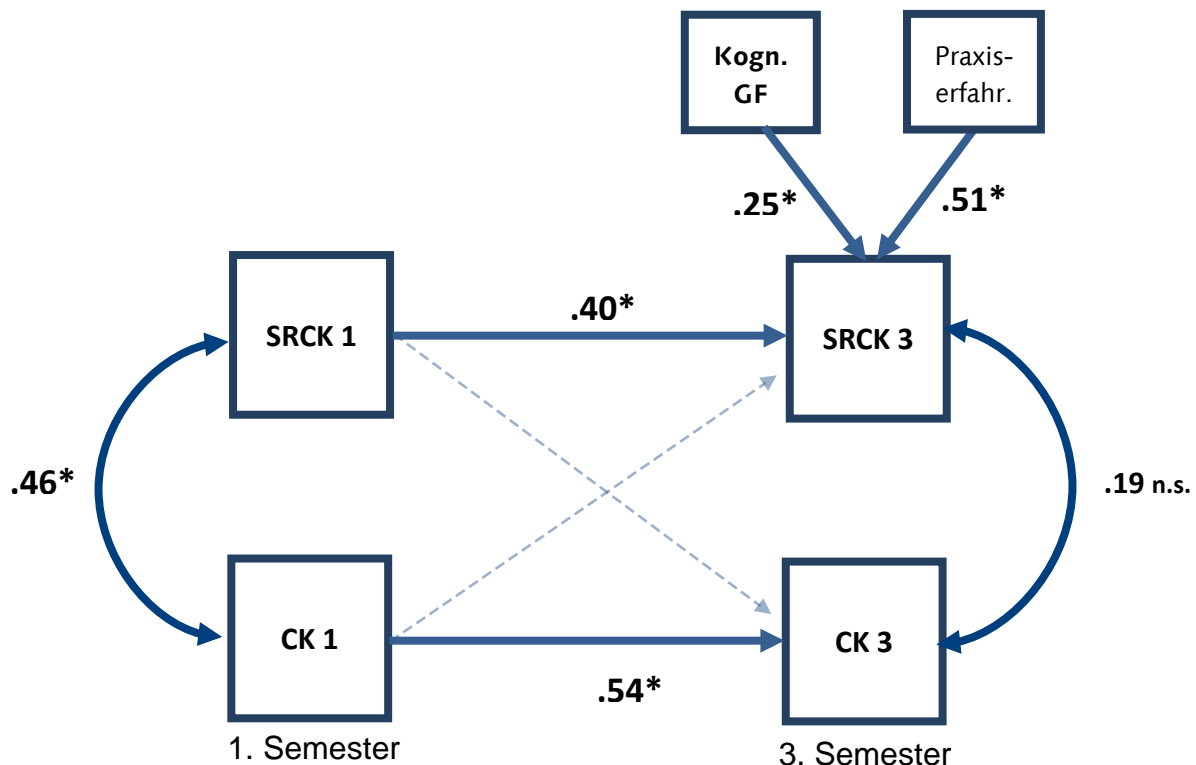


Abb. 3. *Cross-lagged panel* Analyse zum *trickle-down* Effekt in Mathematik

Hinsichtlich der Entwicklung des Fachwissens im ersten Studienjahr zeigt sich im Rahmen eines Vergleichs der Mittelwerte aller Personenfähigkeitswerte zu Beginn des ersten und dritten Semesters ein substanzieller Zuwachs des akademischen Fachwissens (CK), während sich keine Veränderung des schulbezogenen Fachwissens (SRCK) zeigt. Um darüber hinaus Bedingungsfaktoren für die Entwicklung des SRCK zu identifizieren und die *trickle-down* Annahme zu überprüfen, wurden im Rahmen einer *cross-lagged* Panel Analyse die Zusammenhänge zwischen dem SRCK und CK längsschnittlich analysiert und die kognitiven Grundfähigkeiten und die Praxiserfahrungen als Kontrollvariablen in das Modell integriert (s. Abb. 3). Es zeigt sich, dass beide Konstrukte im ersten Jahr stabil sind und das SRCK zu Studienbeginn mit dem CK zu Studienbeginn korreliert. Die Kreuzpfade werden hingegen nicht signifikant und es ergeben sich keine Korrelationen zwischen dem SRCK und CK zu Beginn des dritten Semesters, so dass diese Ergebnisse nicht für die zuvor beschriebene *trickle-down* Annahme sprechen. Zudem zeigt sich, dass die kognitive Grundfähigkeit einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung des SRCK hat und auch Praxiserfahrungen für die Entwicklung bedeutend sind.

Entwicklung fachbezogenen Wissens im Bereich Chemie

Da kaum Studien vorlagen, die das chemiebezogene Professionswissen angehender Lehrkräfte mit Tests erfassten (Tepner et al., 2012) und es an einem Längsschnitt zur Analyse der Entwicklung des chemiespezifischen Professionswissen bei Lehramtsstudierenden über den Zeitraum ihres Studiums fehlte, wurden im Rahmen des KiL-Projekts Tests entwickelt, mit denen das fachliche (CK) und fachdidaktische (PCK) Wissen in zwei für die Chemie zentralen, themenübergreifenden Inhaltsbereichen erhoben werden konnte: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen als einem schulischen Basiskonzept, welches auf die universitäre Ausbildung übertragbar ist, und chemische Repräsentationen als unverzichtbares Kommunikationsmittel in der Chemie (Taskin, 2014; Herzog & Parchmann, 2013). Die Ergebnisse des KiL-Projekts zeigten, dass ein CK- sowie PCK-Test entwickelt werden konnten, welche jeweils Items beider Inhaltsbereiche enthielten.

Auch im KeiLa-Projekt bildeten die CK- und PCK-Tests zu den ersten beiden Haupterhebungen reliable Skalen ($EAP/PV_{CK_HE1} = .87$; $EAP/PV_{CK_HE2} = .85$; $EAP/PV_{PCK_HE1} = .82$; $EAP/PV_{PCK_HE2} = .74$), die eine mittlere latente Korrelation miteinander aufweisen ($\psi_{MZP1} = .78$ sowie $\psi_{MZP2} = .71$). Bereits im Vergleich der ersten beiden Haupterhebungen des KeiLa-Projekts lassen sich Aspekte der Entwicklung des chemiespezifischen Professionswissens feststellen. So ergibt ein Mittelwertsvergleich der beiden Studienzeitpunkte der teilnehmenden Studierenden zur ersten Haupterhebung (55,4% befinden sich im 1. Semester ihres Chemie-Lehramtsstudiums, 44,6% im 5. Semester) in Bezug auf fachliches und fachdidaktisches Wissen einen Unterschied: Beim fachlichen Wissen erreichten die fortgeschritteneren Studierenden mit $M_{Fort} = 0,61$ ($SE = 0,12$) einen signifikant besseren Score ($t(81) = -6,82$, $p < .001$) als die Anfängerinnen und Anfänger mit $M_{Begin} = -0,57$ ($SE = 0,12$). Ebenso erreichten die fortgeschritteneren Studierenden mit $M_{Fort} = 0,39$ ($SE = 0,09$) beim fachdidaktischen Wissen einen signifikant besseren Score ($t(81) = -5,25$, $p < .001$) als die Anfängerinnen und Anfänger mit $M_{Begin} = -0,36$ ($SE = 0,11$). Das Fachsemester hatte sowohl beim Fachwissen als auch beim fachdidaktischen Wissen einen großen Effekt ($r_{CK} = .60$, $r_{PCK} = .50$). Betrachtet man diese Personen bei der zweiten Haupterhebung (die Studierenden waren dann entsprechend im 3. bzw. 7. Semester ihres Studiums), so ergibt sich ebenfalls ein Unterschied in den Mittelwerten der Wissensscores: Beim fachlichen Wissen erreichten die fortgeschritteneren Studierenden mit $M_{Fort} = 0,35$ ($SE = 0,12$) einen signifikant besseren Score ($t(94) = -3,19$, $p < .005$) als die Anfängerinnen und Anfänger mit $M_{Begin} = -0,17$ ($SE = 0,11$). Ebenso erreichten die fortgeschritteneren Studierenden mit $M_{Fort} = 0,17$ ($SE = 0,14$) beim fachdidaktischen Wissen einen signifikant besseren Score ($t(94) = -2,25$, $p < .05$) als die Anfängerinnen und Anfänger mit $M_{Begin} = -0,17$ ($SE = 0,08$). Im fachlichen Wissen hatte das Fachsemester hier einen mittleren ($r_{ck} = .31$) und im fachdidaktischen Wissen einen kleinen Effekt ($r_{PCK} = .23$).

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Zuwachs sowohl an Fachwissen als auch an fachdidaktischem Wissen erfolgte. Der Anstieg ist in großen Teilen erwartungskonform und lässt sich vermutlich über das institutionelle Angebot erklären: In den ersten sechs Semestern des Studiums, d.h. im Bachelorstudium, werden in der Regel die fachlichen und fachdidaktischen Anteile vermittelt. Im weiteren Studienverlauf fachwissenschaftliche Anteile in der Regel wieder reduziert werden, was den geringer ausfallenden Unterschied im CK erklären könnte. Für das PCK findet sich kein vergleichbares Argument. Hier muss genauer analysiert werden, ob sich erklärende Faktoren finden lassen.

Erste Ergebnisse aus dem Bereich Biologie

Erste Ergebnisse bezüglich der Entwicklung professioneller Kompetenz angehender Lehrkräfte mit dem Fach Biologie liegen bereits für (1) die Entwicklung des Fachwissens, (2) die Entwicklung des Wissens zu *nature of science* sowie (3) individuelle und institutionelle Bedingungen für die Identifikation mit Stereotypen (Lehrkräfte haben unzureichendes Fachwissen) vor.

Das Fachwissen stellt einen relevanten Bereich des Professionswissens von Lehrkräften dar. Eine Säule der Lehramtsausbildung an der Universität widmet sich der Entwicklung und För-

derung des Fachwissens. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Fachwissen von Lehramtsstudierenden mit dem Fach Biologie im Verlauf des Studiums zunimmt. Prädiktiv (sowohl für Ausgangsniveau als auch für Zuwachs in einem Wachstumsmodell) ist dabei die Abiturnote. Zukünftig werden sich hieran die Untersuchung der Entwicklung des fachdidaktischen Wissens sowie die Untersuchung der Bedeutung des Fachwissens für die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens anschließen.

Neben den klassischen Bereichen des Professionswissens spielt für Studierende der naturwissenschaftlichen Fächer zusätzlich das Wissen zu *nature of science* eine Rolle. Auch für dessen Entwicklung stellt die Lehramtsausbildung an der Universität eine wichtige Phase dar. Bezüglich des Wissens zu *nature of science* stand die Identifikation institutioneller Bedingungsfaktoren sowie die Bedeutung von Lerngelegenheiten im Fokus. Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Semesterzahl als auch der Lehramtszugang sowie das Zweifach prädiktiv für das Wissen zu *nature of science* sind. Mit steigender Semesterzahl nimmt das Wissen über *nature of science* zu. Angehende Gymnasiallehrkräfte schneiden bezüglich des Wissens zu *nature of science* im Vergleich zu Studierenden, die das nicht-gymnasiale Lehramt anstreben, signifikant besser ab. Darüber hinaus ist das Wissen zu *nature of science* ausgeprägter bei Studierenden mit einem naturwissenschaftlichen Zweifach (Chemie oder Physik). Im Rahmen einer Curriculumsanalyse an 20 Hochschulstandorten wurden Lerngelegenheiten für das Wissen zu *nature of science* identifiziert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anzahl der Lerngelegenheiten für das Wissen zu *nature of science* in einem positiven Zusammenhang mit dem Wissen zu *nature of science* stehen. Weiterhin wird deutlich, dass im ersten Abschnitt des Studiums (Bachelor) mehr explizite Lerngelegenheiten zu *nature of science* verortet sind. Zusätzlich zur Quantität der Lerngelegenheiten könnte zukünftig auch die Qualität dieser Lerngelegenheiten in die Analysen einbezogen werden.

Lehrkräfte sind der Zuweisung negativer Stereotype ihr Berufsbild betreffend ausgesetzt. Identifizieren sich Lehrkräfte mit diesen Stereotypen und haben Angst diesen zu entsprechen, spricht man von *stereotype threat*. Dieser hat negative Auswirkungen auf die Leistung und das Selbstkonzept von Lehrkräften. Die Identifikation mit Stereotypen ist eine wichtige Voraussetzung für *stereotype threat* und ist deswegen im Rahmen von KeiLa genauer betrachtet worden. Die Ergebnisse deuten auf eine Bedeutsamkeit individueller sowie institutioneller Bedingungsfaktoren für die Identifikation mit Stereotypen hin. Die Neigung zum Vergleich mit anderen Studierenden, die Anzahl der Semester sowie die Lehramtsspezifität der besuchten Lehrveranstaltungen stehen in einem Zusammenhang zur Identifikation mit Stereotypen. Studierende die sich eher mit anderen Studierenden bezüglich ihrer Leistung vergleichen, identifizieren sich stärker mit negativen Stereotypen über Lehrkräfte. Die Identifikation mit Stereotypen nimmt über den Verlauf des Studiums zu. Studierende, die eher an Lehrveranstaltungen teilnehmen, die nicht lehramtsspezifisch sind (sondern gemeinsam mit Hauptfachstudierenden stattfinden) neigen eher dazu sich mit Stereotypen über Lehrkräfte zu identifizieren.

Anwendungsperspektiven und denkbare Folgevorhaben

Die endgültigen Analysen werden detaillierte Ergebnisse zu individuellen und institutionellen Einflussfaktoren der Entwicklung fachlichen, fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Wissens in der universitären Lehrerausbildung erbringen. Diese Erkenntnisse werden dann zur Optimierung der Ausbildung von Lehrkräften nutzbar gemacht werden können. Die im KiL/KeiLa-Projekt entwickelten Testverfahren zur Erfassung des professionellen Wissens von angehenden Lehrkräften der Mathematik und Naturwissenschaften können zukünftig auf vielfältige Weise bei der Evaluation und Erforschung der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften eingesetzt werden.

2.4 Stellungnahme, ob Ergebnisse der Vorhaben wirtschaftlich verwertbar sind und ob eine solche Verwertung erfolgt oder zu erwarten ist

Eine wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse ist derzeit nicht vorgesehen.

2.5 Wer hat zu den Ergebnissen des Vorhabens beigetragen? (Kooperationspartner im In- und Ausland usw.)

Der Lehrstuhl für Schulpädagogik (Thilo Kleickmann) der CAU Kiel war intensiv in Durchführung und Koordinierung des Projekts eingebunden. (Der Lehrstuhlinhaber und Projektleiter Thilo Kleickmann war im Juli 2015 vom IPN Kiel an die CAU Kiel gewechselt.) Ebenso war der Lehrstuhl Psychologie für Pädagogen (Jens Möller) der CAU Kiel in die Durchführung des Projekts eingebunden. Dies betraf vor allem die Entwicklung des Tests zum bildungswissenschaftlichen Wissen, die Auswahl der Instrumentierung der Studie und Auswertungen zu motivationalen Variablen.

Darüber hinaus bestand eine Vernetzung mit weiteren Projektgruppen des IPN, die ebenfalls zur professionellen Kompetenz von Lehrkräften forschen: Dies sind zwei Projekte zur video-basierten Erfassung professioneller Kompetenz von Lehrkräften (ViU Early Science und vACT), ein Projekt zur Entwicklung von Überzeugungen und Motivation im Lehramtsstudium (PaLea) sowie ein Projekt zur Entwicklung der Selbstregulation von Lehramtsstudierenden (SEKO).

Die Kooperation mit der Firma CAP3 Softwarekonzeption wurde fortgesetzt. Ein Teil der Items der Studie wurde bereits in die Testaufgabendatenbank ITEMS überführt (<https://www.cap3.de/items>) und onlinebasiert in weiteren Forschungsprojekten eingesetzt. Eine Überführung aller Items der Studie in Datenbank wird derzeit in Abhängigkeit vom damit verbundenen finanziellen Aufwand diskutiert.

2.6 Qualifikationen des wissenschaftlichen Nachwuchses im Zusammenhang mit dem Vorhaben (z.B. Masterarbeiten, Promotionen, Habilitationen)

Anika Dreher wurde nach der Mitarbeit im KiL/KeiLa-Projekt auf eine Juniorprofessur der Pädagogischen Hochschule Freiburg berufen. Jörg Großschedl wurde nach der Mitarbeit im KiL/KeiLa-Projekt auf eine Juniorprofessur der Universität Köln berufen.

- Colakoglu, Jasmin: Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Lehramtsstudierenden der Biologie (Masterarbeit, 2015)
- Herzog, Steffi: Vergleichende Analyse des fachlichen und fachdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden zum Basiskonzept „Struktur-Eigenschafts-Beziehungen“ (Promotion, Abschluss voraussichtlich 2018)
- Hansen, Johanna: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Stereotype Threat und dem Selbstkonzept sowie dem Professionswissen angehender Biologielehrkräfte (Masterarbeit, 2017)
- Hohenstein, Friederike: Pädagogisch-Psychologisches und bildungswissenschaftliches Wissen von Lehramtsstudierenden: Entwicklung und Validierung eines Testverfahrens (Promotion, 2015)
- Kröger, Jochen: Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physik-lehrkräfte (Promotion, Abschluss voraussichtlich 2018)
- Loch, Carolin: Komponenten des mathematischen Fachwissens von Lehramtsstudierenden (Promotion, 2015)
- Mahler, Daniela: Entwicklung der professionellen Kompetenz von Biologielehrkräften und ihre Bedeutung für den Kompetenzerwerb von Lernenden (Promotion, 2017)
- Mahler, Daniela: Kompetenzentwicklung bei Biologielehrkräften (Kumulative Habilitation, Abschluss voraussichtlich 2024)
- Ochsen, Fridtjof: Wissen zu Nature of Science – Eine Untersuchung im Sekundarstufen-lehramt Biologie (Masterarbeit, 2018)
- Oppermann, Lea: Entwicklung eines Testinstruments zur Messung des evolutionsbezo-

genen fachdidaktischen Wissens bei Lehramtsstudierenden (Masterarbeit, 2014)

- Pollmeier, Judith: Erfassung und Entwicklung bildungswissenschaftlichen Wissens im Lehramtsstudium (Kumulative Habilitation, Abschluss voraussichtlich 2021)
- Schiering, Dustin: Bestimmung qualitativer Niveaustufen in der Entwicklung des fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte (Masterarbeit, 2018)
- Schiering, Dustin: Bedingungen und Wirkungen universitärer Lerngelegenheiten für die Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte (Promotion, Abschluss voraussichtlich 2018)
- Sorge, Stefan: Bedingungen und Einflussfaktoren der Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte (Promotion, Abschluss voraussichtlich 2018)
- Taskin, Vahide: Untersuchung des Fachwissens und fachdidaktischen Wissens von Chemie-Lehramtsstudierenden bezüglich chemischer Repräsentationen (Promotion, 2015)
- Tröbst, Steffen: Professionswissen und Unterrichtsqualität (Kumulative Habilitation, Abschluss voraussichtlich 2021)

Im Bericht zitierte Literatur

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 469–520.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., et al. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47, 133–180.
- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. In R. Biehler, R. Scholz, R. Straesser & B. Winkelmann (Hrsg.), *Mathematics didactics as a scientific discipline: The state of the art* (pp. 77–88). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Busker, M., Klostermann, M., Herzog, S., Huber, A., & Parchmann, I. (2011). Nicht nur Schulwissen auffrischen: Vorkurse in Chemie. *Nachrichten aus der Chemie*, 59, 684–687.
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57, 1–15.
- Grossman, P., Schoenfeld, A., & Lee, C. (2005). Teaching subject matter. In L. Darling-Hammond & J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 201–231). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Heinze, A., Dreher, A., Lindmeier, A., & Niemand, C. (2016). Akademisches versus schulbezogenes Fachwissen – ein differenzierteres Modell des fachspezifischen Professionswissens von angehenden Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19, 329–349.
- Heller, K. A., & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4.-12. Klassen, Revision (KFT 4-12+ R)*. Göttingen: Hogrefe.
- Herzog, S., & Parchmann, I. (2013). Fachwissen von Lehramtsstudierenden zum Struktureigenschafts-Konzept. In S. Bernholt (Hrsg.): *Inquiry-Based Learning – Forschendes Lernen* (S. 230–232). Münster: LIT Verlag.
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball, D. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for

- teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42, 371–406.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45, 169–204.
- Kirschner, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gess-Newsome, J., & von Aufschnaiter, C.. (2016). Developing and evaluating a paper-pencil test to assess components of physics teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 38, 1343–1372.
- Kleickmann, T., Großschedl, J., Harms, U., Heinze, A., Herzog, S., Hohenstein, F., et al. (2014). Professionswissen angehender Lehrkräfte mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern: Testentwicklung im Rahmen des Projekts Kil. *Unterrichtswissenschaft*, 42, 280–288.
- Lange, K., Kleickmann, T., Tröbst, S., & Möller, K. (2012). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften und multiple Ziele im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 55–75.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95–132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics. A possible „hidden variable“ in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70, 1259–1268.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38, 261–284.
- Rach, S., & Heinze, A. (2013). Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? Zur Rolle von Selbsterklärungen beim Mathematiklernen in der Studieneingangsphase. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34, 121–147.
- Riese, J. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Wirksamkeit der universitären Lehrerbildung. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1, 25–33.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2009). Fachbezogene Kompetenzmessung und Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden der Physik im Vergleich verschiedener Studiengänge. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2, 104–125.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 167–187.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen: Empirische Hinweise für eine Verbesserung des Lehramtsstudiums. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 15, 111–143.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1–22.
- Sorge, S., Keller, M., Petersen, S., & Neumann, K. (2018). Die Entwicklung des Professionswissens angehender Lehrkräfte. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätvoller Chemie- und Physikunterricht – Normative und empirische Dimensionen. GDGP Jahrestagung 2017* (S. 114–117). Regensburg: Universität Regensburg.
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2017). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science*

Education. Advanced online publication doi:10.1080/09500693.2017.1346326.

- Taskin, V. (2014). *Untersuchung des Fachwissens und fachdidaktischen Wissens von Chemie-Lehramtsstudierenden bezüglich chemischer Repräsentationen*. Dissertation, CAU Kiel.
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H., Jüttner, M., Kirschner, S., et al. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- Terhart, E. (2001). *Lehrerberuf und Lehrerbildung: Forschungsbefunde, Problemanalysen, Reformkonzepte*. Weinheim: Beltz.
- Van Bragt, C. A, Bakx, A. W., Bergen, T. C., & Croon, M. A. (2011). Looking for students' personal characteristics predicting study outcome. *Higher Education*, 61, 59–75.
- Wu, H. (2015). *Textbook school mathematics and the preparation of mathematics teachers*. https://math.berkeley.edu/~wu/Stony_Brook_2014.pdf. Zugegriffen am 27.02.2018.