

Abschließender Sachbericht

Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftli- chen Lehramtsstudiengängen (KiL)

Leibniz-Einrichtung: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN), Kiel
Aktenzeichen: SAW-2011-IPN-2
Projektlaufzeit: 01.01.2011 – 31.12.2013
Ansprechpartner: Prof. Dr. Olaf Köller

Inhaltsverzeichnis

	Executive Summary	4
1	Allgemeine Angaben	5
1.1	Vorhaben-Nr./Geschäftszeichen	5
1.2	Antragstellende Leibniz-Einrichtung	5
1.3	Förderlinie	5
1.4	Thema des Vorhabens	5
1.5	Berichtszeitraum/Förderungszeitraum insgesamt	5
1.6	Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben (mit Sonderdrucken)	5
1.7	Liste etwaiger Pressemitteilungen und Medienberichte	7
1.8	Vorhabenprofil (s. elektronisches Antragsverfahren)	8
2	Arbeits- und Ergebnisbericht	11
2.1	Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens	11
2.2	Entwicklung der durchgeführten Arbeiten	12
2.3	Darstellung der erreichten Ergebnisse	15
2.4	Stellungnahme wirtschaftliche Verwertbarkeit	23
2.5	Kooperationspartner im In- und Ausland	23
2.6	Qualifikationen des wissenschaftlichen Nachwuchses	24
	Im Bericht zitierte Literatur	24

Executive Summary

Professionelles Wissen von Lehrkräften, d.h. ihr fachliches, fachdidaktisches und pädagogisches Wissen, stellt einen Kernbereich professioneller Kompetenz von Lehrkräften dar. In verschiedenen Studien konnte bereits nachgewiesen werden, dass das professionelle Wissen von Lehrkräften eine entscheidende Rolle für die Qualität des Unterrichts und auch für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern spielt. Die Entwicklung professionellen Wissens stellt daher ein zentrales Ziel der universitären Ausbildung von Lehrkräften dar. Allerdings fehlen bislang gesicherte Erkenntnisse, inwieweit sich Lehramtsstudierende im Studium fachdidaktisches, fachliches und pädagogisches Wissen aneignen und welchen Bedingungen das Lernen der Studierenden unterstützen.

Ein wichtiger Grund dafür liegt darin, dass geeignete Testverfahren zur Erfassung des Professionswissens erst in Ansätzen verfügbar sind. Ein wichtiger Schritt zur Erweiterung des wissenschaftlichen Kenntnisstands ist daher zunächst die Entwicklung von Instrumenten, mit denen Facetten des professionellen Wissens (fachdidaktisches Wissen, Fachwissen, pädagogisches Wissen) von Lehramtsstudierenden erfasst werden können. Hier setzte das Projekt KiL an. Es verfolgte die Zielsetzung, entsprechende Testverfahren zur Erfassung des Professionswissens bei Lehramts-Studierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zu entwickeln. KiL wurde am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel in Kooperation mit einer Arbeitsgruppe von Prof. Jens Möller an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durchgeführt.

In den ersten beiden von insgesamt drei Projektjahren wurden Analysen der Curricula für das Lehramtsstudium an 16 Hochschulen in Deutschland vorgenommen und Testaufgaben zum Fachwissen und fachdidaktischen Wissen in Biologie, Chemie, Physik und Mathematik sowie zum pädagogischen Wissen entwickelt und schließlich in mehreren Pilotierungsstudien analysiert und überarbeitet. Im dritten Jahr fand mit den finalen Tests eine bundesweite Erhebung bei 1036 Studierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern an 12 Hochschulen in Deutschland statt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass es gelungen ist, reliable und valide Tests zum Professionswissen von Lehramtsstudierenden zu entwickeln. Es fanden sich ferner Hinweise dafür, dass Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen distinkte, aber korrelierte Dimensionen des Professionswissens darstellen und dass die Tests sensitiv für Lernfortschritte im Rahmen des Studiums sind.

Die im Rahmen von KiL entwickelten Tests werden in einer längsschnittlichen Folgestudie eingesetzt, die ebenfalls von der Leibniz-Gemeinschaft gefördert wird („Kompetenzentwicklung im Lehramtsstudium, KeiLa“). Hier geht es im Kern darum, die Entwicklung professionellen Wissens im Lehramtsstudium zu beschreiben und individuelle und institutionelle Bedingungen der Entwicklung (bspw. Umfang und Qualität der Lerngelegenheiten) zu identifizieren.

1. Allgemeine Angaben

1.1 Vorhaben-Nr./Geschäftszeichen

SAW-2011-IPN-2

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

Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (KiL)

1.5 Berichtszeitraum/Förderungszeitraum insgesamt

01.01.2011 – 31.12.2013 (mit kostenneutraler Laufzeitverlängerung bis zum 30.06.2014)

1.6 Liste der Publikationen aus diesem Vorhaben (mit Sonderdrucken)

2015, in press, under review

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

Hohenstein, F., Kleickmann, T., Zimmermann, F., Köller, O., & Möller, J. (under review). Erfassung von pädagogisch-psychologischem Wissen in der Lehramtsausbildung: Entwicklung eines Messinstruments. *Zeitschrift für Pädagogik*.

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

Kleickmann, T., Tröbst, S., Kunter, M., Heinze, A., Anschütz, A., & Rink, R. (in press). 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*. New York, NY: Springer.

Kröger, J., Neumann, K., & Petersen, S. (in Druck). Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.

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

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*. Advance online publication. doi:10.1080/09500693.2014.923949

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). 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.

2013

Germ, M., Müller, A., & Harms, U. (2013). Naturwissenschaftsdidaktische Lernaufgaben, generatives Lernen und wahrgenommene Kohärenz im naturwissenschaftlichen Lehramtsstudium. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 287-314.

Großschedl, J., Harms, U. & Glowinski, I. (2013). Universitäre Biologielehrausbildung auf dem Prüfstand. *Biologie in unserer Zeit (BiuZ)*, 43(3), 147-149.

Herzog, S. & Parchmann, I. (2013). Fachwissen von Lehramtsstudierenden zum Struktur-Eigenschafts-Konzept. In S. Bernholt (Hrsg.): *Inquiry-Based Learning – Forschendes Lernen* (S. 230-232). Münster: LIT Verlag.

Herzog, S., Taskin, V., Bernholt, S., Steffensky, M. & Parchmann, I. (2013). *Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens von Chemie-Lehramtsstudierenden*. In S. Bernholt (Hrsg.): *Inquiry-Based Learning – Forschendes Lernen* (S. 536-538). Münster: LIT Verlag.

Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge and content knowledge: The role of structural differences in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 64, 90–106. doi:10.1177/0022487112460398

Lindmeier, A. M., Heinze, A. & Reiss, K. (2013). Eine Machbarkeitsstudie zur Operationalisierung aktionsbezogener Kompetenz von Mathematiklehrkräften mit videobasierten Maßnahmen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34, 99-119. doi: 10.1007/s13138-012-0046-6

Lindmeier, A. (2013). Video-vignettenbasierte standardisierte Erhebung von Lehrerkognitionen. In U. Riegel & K. Macha (Hrsg.). *Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken* (S. 45–62). Fachdidaktische Forschungen (Bd. 4). Münster: Waxmann.

Loch, C., Lindmeier, A., Heinze, A. (2013). Instrumententwicklung zur Erfassung professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden. In G. Greefrath, F. Käpnick & M. Stein (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013* (S. 624-627), Münster: WTM.

Taskin, V., Bernholt, S. & Parchmann, I. (2013). Fachwissen von Lehramtsstudierenden zu chemischen Repräsentationen. In S. Bernholt (Hrsg.): *Inquiry-Based Learning – Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012* (S. 233-235). Kiel: IPN.

2012

Herzog, S., Busker, M. & Parchmann, I. (2012). Untersuchung des Konzeptverständnisses am Beispiel von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. In S. Bernholt (Hrsg.): *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht* (S. 610 – 612). Münster: LIT.

Taskin, V., Bernholt, S. & Parchmann, I. (2012). Repräsentationsformen in der Chemie. In S. Bernholt (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht* (S. 613-615). Münster: LIT.

2011

Kleickmann, T. & Anders, Y. (2011). Lernen an der Universität. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften - Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 305-316), Münster: Waxmann.

Köller, O. (2011). Improving pupils' mathematics and science skills in the 21st century. *Public Service Review: European Science and Technology*, 12, 104-105.

Köller, O. (2011). Was wirkt? Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen. *Labyrinth*, 34 (1), 16 – 18

Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U. & Richter, D. (2011). Die Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften - Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 55-68), Münster: Waxmann.

1.7 Liste etwaiger Pressemitteilungen und Medienberichte

Neben der üblichen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit wie persönlichen Gesprächen mit Journalisten und einer Pressemitteilung zur Auftakttagung des Projekts im Mai 2011 in Bad Honnef wurde eine Projektseite auf der Homepage des IPN eingerichtet (<http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/kil/index.html>). Daneben erschien ein Bericht über das KiL-Projekt in den IPN-Blättern (Auflagenstärke von 8500 mit Abonnenten aus Bildungsadministration, Bildungspraxis und -forschung): Professionelles Wissen von Lehramtsstudierenden – Konzeptualisierung und Erfassung. IPN Blätter, Juni 2011 (28, 2), S. 6

1.8 Vorhabenprofil (s. elektronisches Antragsverfahren)

Ausgangsfragen des Vorhabens

Bislang liegen keine Arbeiten vor, in denen versucht wurde, vertiefte universitäre Kompetenzen in den Lehramtsstudiengängen Biologie/ Chemie/Mathematik/Physik zu konkretisieren und zu erfassen. Dementsprechend bestehen die Hauptziele des Vorhabens darin, theoretisch zu klären, wodurch sich anschlussfähiges Verfügungs-, Orientierungs- und Metawissen auszeichnet, und Indikatoren zur Erfassung dieser Wissensbestände für die Fächer Biologie, Chemie, Mathematik und Physik zu entwickeln. Gleiches gilt auch für die Bildungswissenschaften (im Wesentlichen Pädagogik und Pädagogische Psychologie), für die bislang kaum elaborierte Instrumente zur Kompetenzmessung im Lehramtsstudium vorhanden sind. Im Bereich der universitären Kompetenzdiagnostik sollen dementsprechend Pionierarbeiten geleistet werden.

Darüber hinaus sollen in einer querschnittlichen empirischen Studie die entwickelten Leistungsmaße mit Indikatoren der individuellen, familiären und universitären Determinanten in Beziehung gesetzt werden. Damit können erste Einsichten gewonnen werden, welche Faktoren mit welcher Stärke universitären Kompetenzaufbau im Lehramtsstudium erklären.

Zielsetzung des Vorhabens

Zur Umsetzung des beantragten Vorhabens werden in den kommenden drei Jahren zwei Arbeitsstränge verfolgt. Zum einen sollen Aufgabenpools für die universitär erworbenen bildungswissenschaftlichen Kompetenzen sowie die fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen in den vier Fächern Biologie/Chemie/Mathematik/Physik aufgebaut werden. Zum anderen soll mit querschnittlichen Studien begonnen werden, in denen die Entwicklung der Kompetenzen (auch im Zusammenhang mit individuellen und universitären Variablen wie Studienbedingungen und Qualität der Lehre) erfasst werden soll.

Im Rahmen der Aufgabenentwicklung wird ein Aufgabenpool angestrebt, der für jedes der vier Fächer je 60 reliable und valide Testaufgaben zu den fachlichen und fachdidaktischen sowie den bildungswissenschaftlichen Kompetenzen umfasst. Die Erfahrungen aus anderen Testentwicklungsprojekten des Hauptantragsstellers (vgl. z.B. Porsch, Tesch & Köller, 2010) sowie aus dem COACTIV-Projekt (Krauss, Baumert & Blum, 2008) lassen erwarten, dass 30 bis 50 Prozent der entwickelten Aufgaben sich in der empirischen Erprobung nicht bewähren werden. Dies hat zur Folge, dass zunächst pro Fach deutlich mehr Items generiert werden müssen. Um dies zu realisieren, sollen erfahrene Hochschullehrer (je zwei Fachwissenschaftler und 2 Fachdidaktiker) in die Aufgabenentwicklung in den vier Fächern eingebunden werden. Weitere Hochschullehrer sollen durch die Bewertung der Aufgaben (fachliche Richtigkeit, Passung zu den Anforderungen des Lehramtsstudiums) Unterstützung leisten.

Darstellung der Vorgehensweise und der wichtigsten Meilensteine des Vorhabens:

Zeitraum	Aktivitäten
01/11 – 04/11	<p>Sichtung der Modulkataloge/Prüfungsordnungen/Lehrveranstaltungs-materialien in den Lehramtsstudiengängen Biologie/Chemie/Mathematik/Physik an Universitäten aus den 16 Ländern (in den Bildungswissenschaften ist dies bereits im Rahmen von Vorarbeiten geschehen).</p> <p>Erarbeitung einer Synopse aus diesen Unterlagen und den KMK-Standards hinsichtlich der fachlichen, fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Ziele; Erarbeitung von Guidelines zur Entwicklung von Aufgaben zur Erfassung von universitären Kompetenzen.</p> <p>Expertentagung zur Messung von Outcomes universitären Lehrens und Lernens im Lehramtsstudium</p>

- 04/11 – 12/11 Entwicklung von Aufgaben zur Erfassung fachlicher und fachdidaktischer Kompetenzen in den Fächern Biologie/Chemie/Mathematik/Physik.
Entwicklung von Aufgabenpools zur Erfassung bildungswissenschaftlicher Kompetenzen.
Kleinere Vorstudien (N = 30 pro Aufgabe) zur Erarbeitung von Kodieranweisungen und zur ersten Überarbeitung der Aufgaben.
- 01/12- 02/12 Pilotierung der Aufgaben (N = 150 pro Aufgabe) am Ende der Vorlesungszeit des Wintersemesters 2011/2012 in unterschiedlichen Studienabschnitten (Mitte/Ende Bachelorstudium, Mitte/Ende Masterstudium) an verschiedenen Universitäten.
- 03/12 – 12/12 Dateneingabe und Auswertungsarbeiten (In allen Fächern).
Aufgabenüberarbeitungen, evtl. Neuentwicklungen von Aufgaben.
Vorbereitung einer Kalibrierungsstudie für die neu entwickelten Items.
Präsentation der Pilotierungsergebnisse auf nationalen und internationalen Konferenzen.
- 01/13 – 02/13 Kalibrierungsstudie (N = 250 pro Aufgabe) in unterschiedlichen Studienabschnitten (Mitte/Ende Bachelorstudium, Mitte/Ende Masterstudium).
Einsatz weiterer Tests, Fragebögen etc. zur Validierung der Instrumente und zur Erfassung potenzieller Determinanten von Studienleistungen.
- 03/13 – 12/13 Dateneingabe und Auswertungsarbeiten.
Dokumentation der Befunde in nationalen und internationalen Zeitschriften.
Abschlussstagung.
-

Kurzbeschreibung

Basierend auf der Expertiseforschung (Bromme, 1992) und den Arbeiten Shulmans in den 1980er Jahren ist in letzter Zeit verstärkt argumentiert worden, dass hohe fachliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Kompetenzen auf Seiten von Lehrkräften zentrale Voraussetzungen für einen gelingenden, kognitiv aktivierenden Unterricht sind, in dem Schülerinnen und Schüler erfolgreich fachspezifisches Wissen und Können aufbauen (z. B. Baumert & Kunter, 2006). Ziel der universitären Lehrerbildung (so genannte 1. Phase) ist es sicherzustellen, dass angehende Lehrkräfte Grundlagen dieser Kompetenzen erwerben. Die Ständige Konferenz der Kultusminister in Deutschland (KMK) hat in diesem Sinne in ihren Beschlüssen von 2004 und 2008 für die Bildungswissenschaften sowie für 19 Fächer, darunter auch Biologie/Chemie/Mathematik/Physik, fachliche und fachdidaktische Bildungsstandards für die Lehramtsausbildung in allen 16 Ländern verabschiedet. Inwieweit diese Standards erreicht werden bzw. wie die geforderten Kompetenzen im Lehramtsstudium entwickelt werden können, sind jedoch offene Fragen, die sich nur empirisch beantworten lassen. Bislang fehlen aber Instrumente, die geeignet sind, die entsprechenden Kompetenzen zu erfassen. Dies rührt nicht zuletzt daher, dass die Entwicklung psychometrisch zufriedenstellender Tests für an der Universität zu erwerbende Kompetenzen als äußerst schwierig erachtet wird. Dementsprechend existieren bisher auch keine belastbaren Studien, in denen die Kompetenzen von Lehramtsstudierenden untersucht werden. Genau diese Lücke soll im Rahmen des beantragten Forschungsvorhabens geschlossen werden. Erstmals sollen für die Lehramtsstudiengänge in den Fächern Mathematik, Biologie, Chemie und Physik reliable und valide Tests zur Erfassung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Kompetenzen entwickelt werden. Darauf aufbauend sollen die Kompetenzen von Studierenden unterschiedlicher Fachsemester querschnittlich erfasst werden, um Determinanten der

Kompetenzentwicklung zu identifizieren. Die interdisziplinäre Struktur des IPN mit den Abteilungen für Didaktik der Biologie, Chemie, Mathematik und Physik, sowie der Abteilung für Erziehungswissenschaft und Pädagogisch-Psychologische Methodenlehre, die Einbindung von Prof. Dr. Jürgen Baumert (Max-Planck-Institut für Bildungsforschung), die erfolgreiche Kooperation mit dem Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und nicht zuletzt die enge Einbindung des IPN in die Lehramtsausbildung an der Universität Kiel bieten den idealen Rahmen, dieses Projekt zu realisieren. Aufgrund der interdisziplinären Struktur des IPN treten neben dem Hauptantragsteller noch folgende Mit Antragsteller auf:

- Prof. Dr. Manfred Euler, Prof. Dr. Knut Neumann, Didaktik der Physik
- Prof. Dr. Ute Harms, Didaktik der Biologie
- Prof. Dr. Aiso Heinze, Didaktik der Mathematik
- Prof. Dr. Ilka Parchmann, Didaktik der Chemie

Zusätzliche Bemerkungen

Jenseits der zu entwickelnden Instrumente zur Kompetenzmessung, die den Arbeitsschwerpunkt des Projektes bilden, liegen die notwendigen Befragungsinstrumente für weitere Bedingungsvariablen weitgehend vor.

2. Arbeits- und Ergebnisbericht

Die Ausführungen zu den Punkten 2.1, 2.2 und 2.3 sind in Anlehnung an folgende Publikation entstanden:

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.

2.1 Ausgangsfragen und Zielsetzung des Vorhabens

Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften umfassen professionelles Wissen, Überzeugungen, motivationale Orientierungen und die Fähigkeit zur Selbstregulation (Baumert & Kunter, 2006). Im Rahmen des Projekts „Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (KiL)“ wurde der Schwerpunkt auf den Bereich des professionellen Wissens gelegt. Dies geschah vor folgendem Hintergrund.

Lee Shulman hat Ende der 1980er Jahre darauf aufmerksam gemacht, dass fachbezogenes Wissen von Lehrkräften stärker in den Blick empirischer Forschung rücken sollte, da davon auszugehen sei, dass dieses Wissen eine zentrale Rolle für das Lernen von Schülerinnen und Schülern spielt (Shulman, 1987). Unter fachbezogenem Wissen verstand Shulman vor allem zwei Kategorien von Wissen: Fachwissen, d.h. Wissen über schulbezogene fachliche Inhalte, und fachdidaktisches Wissen, d.h. Wissen darüber, wie fachliche Inhalte Schülerinnen und Schülern nähergebracht werden können. In neueren empirischen Untersuchungen aus dem Bereich des Mathematikunterrichts in der Primar- und Sekundarstufe konnte gezeigt werden, dass das fachbezogene Wissen von Lehrkräften eine wichtige Bedeutung für die Qualität des Unterrichts und auch für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern hat (Baumert et al., 2010; Hill, Rowan & Ball, 2005). Angeregt durch Shulmans Arbeiten erfuhr das fachbezogene Wissen von Lehrkräften seit den 1990er Jahren eine große Beachtung in der empirischen Bildungsforschung (Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans, 2013). Generisches pädagogisch-psychologisches Wissen, das bspw. Wissen über Klassenführung oder Wissen über Unterrichtsmethoden umfasst und unabhängig von fachlichen Inhalten besteht, wurde hingegen erst in jüngerer Zeit (wieder) stärker in den Blick genommen (König, Blömeke, Paine, Schmidt & Hsieh, 2011; Kunina-Habenicht, Schulze-Stocker, Kunter, Baumert, Leutner, Förster et al., 2013; Voss, Kunter & Baumert, 2011). Der Tatsache, dass professionellem Wissen von Lehrkräften für das Lernen von Schülerinnen und Schülern eine große Bedeutung zukommt, steht eine vergleichsweise unbefriedigende Befundlage zur Entwicklung und Förderung dieses Wissens bei angehenden Lehrkräften im Rahmen der universitären Ausbildung gegenüber. Ein Grund dafür ist, dass geeignete Instrumente zur Erfassung der Entwicklung des Professionswissens von angehenden Lehrkräften im Verlauf des Studiums nur eingeschränkt verfügbar sind. Das Projekt KiL verfolgte daher als primäre Zielsetzung, entsprechende Instrumente zur Erfassung des universitär erworbenen Professionswissens bei Lehramtsstudierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zu entwickeln.

Aktuelle Studien, in denen Professionswissen von Lehrkräften oder angehenden Lehrkräften über Tests erfasst wird, greifen die theoretische Gliederung des professionellen Wissens in Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisch-psychologisches Wissen auf (Baumert et al., 2010; Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2010; Jüttner & Neuhaus, 2013; Riese & Reinhold, 2010; Tepner et al., 2012). Im Rahmen dieser Studien konnten erste Hinweise gefunden werden, dass die drei Wissenskategorien auch empirisch trennbare – wenn auch positiv korrelierte – Dimensionen darstellen (z.B. Krauss et al., 2008; Riese & Reinhold, 2010). Innerhalb des fachdidaktischen Wissens werden verschiedene Subkomponenten unterschied-

den. In den meisten Studien stehen zwei Kategorien im Mittelpunkt: Wissen über inhaltspezifische Schülerkognitionen und Lernschwierigkeiten sowie Wissen über inhaltspezifische Instruktionsstrategien und Repräsentationsformen (Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans, 2013; Park & Oliver, 2008). Beim Fachwissen konzentrieren sich die meisten Studien auf schulbezogene Inhalte. Fachwissen, das die akademischen Disziplinen generieren und das im Rahmen der universitären Ausbildung vermittelt wird, ist in der Regel nicht oder nur in Ansätzen Gegenstand der bereits verfügbaren Testverfahren (Riese & Reinhold 2010). Die Frage, inwieweit unterrichtsbezogenes und universitäres Fachwissen bei Lehramtsstudierenden distinkte Dimensionen darstellen, ist bisher noch unbeantwortet. Beim pädagogisch-psychologischen Wissen erfassen die verfügbaren Testverfahren in der Regel unterrichtsbezogenes Wissen, wie Wissen über Klassenführung, Wissen über Unterrichtsmethoden oder Wissen über Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern (König, Blömeke, Paine, Schmidt & Hsieh, 2011; Voss, Kunter & Baumert, 2011). Im Rahmen der universitären Ausbildung von Lehrkräften wird pädagogisch-psychologisches Wissen jedoch, wie auch in den von der Kultusministerkonferenz (KMK) verabschiedeten Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung im Bereich Bildungswissenschaften, breiter aufgefasst (KMK, 2004; Kunina-Habenicht et al., 2013). Hier umfasst es bspw. auch Wissen über Schulentwicklung, persönliche Weiterbildung und Beratung. Um dieses breitere Konstrukt vom Konstrukt des unterrichtsbezogenen pädagogisch-psychologischen Wissens abzugrenzen, wird dafür z.T. der Begriff des bildungswissenschaftlichen Wissens gebraucht (Kunina-Habenicht et al., 2013).

Hinsichtlich der Erfassung des professionellen Wissens angehender Lehrkräfte, die sich in der universitären Ausbildung befinden, resultieren verschiedene Desiderate. Diese betreffen zunächst die Entwicklung von Testverfahren, die professionelles Wissen bei Lehramtsstudierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern erfassen. Vorliegende Verfahren für Lehrkräfte in der Berufsphase sind wie oben skizziert nur bedingt geeignet, das Wissen angehender Lehrkräfte im Lehramtsstudium zu messen, und Instrumente für die universitäre Phase liegen erst in Ansätzen vor.

Außerdem bleiben offene Fragen, die weiterer Klärung bedürfen:

1. Wie ist das professionelle Wissen, das im Studium erworben wird, bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten strukturiert? Bewährt sich hier auch die Unterteilung in Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisch-psychologisches Wissen oder zeigen sich andere Strukturen? Wie stark korrelieren die Bereiche?
2. Welche Rolle spielen Lerngelegenheiten im Rahmen des Studiums für das Niveau des professionellen Wissens bei Lehramtsstudierenden?

Diesen Fragen wurde im Rahmen des Projekts KiL über die Entwicklung von Tests zum Professionswissen hinaus ebenfalls nachgegangen.

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

Um mit den Tests zum professionellen Wissen auch Lernfortschritte der Studierenden im Studium abbilden zu können, wurde ein breites Spektrum an Wissensfacetten und -niveaus bei der Entwicklung von Testaufgaben zu den drei Wissensbereichen Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisch-psychologisches Wissen abgedeckt. Dazu orientierte sich KiL bei der Entwicklung der Tests zum einen an den Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung der Kultusministerkonferenz, die von der Kultusministerkonferenz (KMK) für den Bereich Bildungswissenschaften (KMK, 2004) und für die Fächer (KMK, 2008) festgelegt wurden, und zum anderen an Modellen zum fachlichen, fachdidaktischen und pädagogisch-psychologischen Wissen. Pädagogisch-psychologisches Wissen wird in KiL wie auch in den KMK-Standards breit, im Sinne von bildungswissenschaftlichem Wissen, aufgefasst. Im ersten von insgesamt drei Projektjahren (2011–2013) wurde zunächst eine Analyse der dem

Lehramtsstudium zugrunde liegenden Curricula in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Mathematik sowie in den Bildungswissenschaften an 16 Universitäten durchgeführt, um zu prüfen, inwieweit die Standards der KMK in den Curricula für das Lehramtsstudium implementiert sind (Hohenstein, Zimmermann, Kleickmann, Möller & Köller, 2014; Großschedl, Harms, Glowinski & Waldmann, in Druck). Des Weiteren erfolgten im ersten Jahr neben der Entwicklung von Testaufgaben kleinere Pilotierungsstudien und eine Machbarkeitsstudie. Im Jahr 2012 wurde eine größere Pilotierungsstudie an 11 Hochschulen mit insgesamt 1240 Lehramtsstudierenden in Deutschland durchgeführt. Im Jahr 2013 fand mit den finalen Tests eine bundesweite Erhebung bei 1058 Studierenden in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen (Sekundarstufe) an 12 Hochschulen statt.

Arbeitsschritte im Einzelnen

2011	<p>Literaturrecherchen (fortlaufend); Recherchen und Sammlung von Dokumenten zu intendierten Curricula (Studienordnungen, Prüfungsordnungen, Modulhandbücher) an 27 Hochschulen in Deutschland für die Fächer Biologie, Chemie, Mathematik, Physik sowie für den bildungswissenschaftlichen Studienbereich.</p> <p>Erstellen von Kodiersystemen basierend auf den KMK-Standards für die Lehrerbildung und Durchführung von Kodiererschulungen. Analysen der Curriculumsmaterialien und Erstellung von Synopsen für eine Auswahl von 16 Standorten über alle Bundesländer (z.T. fortlaufend, da ergänzt). Klärung der theoretischen Modellkonzeptionen von Professionswissen in engem Austausch in allen Fachbereichen. Aufgabenentwicklungen durch Projektmitarbeitende (fortlaufend). Planung und Vorbereitung einer Machbarkeitsstudie, deren Zweck es war, zu prüfen, ob die Rekrutierung und mehrstündige standardisierte Testung von Studierenden verschiedener Fächer außerhalb von Lehrveranstaltungen an Samstagen umsetzbar ist; Erstellung von Testleitermanualen, um eine Standardisierung der Erhebungen gewährleisten zu können. Vorbereitung der Expertentagung in Bad Honnef.</p> <p>Tagung in Bad Honnef mit 55 eingeladenen Expertinnen und Experten; fachspezifische Workshops und Vorträge im Plenum zu Fragen der Konzeptualisierung und Messung von Professionswissen angehender Lehrkräfte in der universitären Ausbildungsphase.</p> <p>Erhebungen der Machbarkeitsstudie in Kiel und Flensburg mit bereits bestehenden und ersten im Rahmen des Projekts entwickelten Aufgaben an N = 299 Studierenden; bei vorangegangenen Ankündigungen in Lehrveranstaltungen bearbeiteten die Studierenden (N = 595) einen Kurzfragebogen, um die Teilnahmequote der Angeworbenen an den Testungen und eine eventuelle Stichprobenselektivität untersuchen zu können.</p> <p>Aufbereitung und Auswertung der Daten und Erfahrungen aus der Machbarkeitsstudie zur Optimierung der ersten eingesetzten Aufgaben und der grundsätzlichen Planung und Durchführung einer solchen Testung. Erarbeiten von Richtlinien und Erstellen von Leitfäden für Expertinnen und Experten zur Entwicklung und Bewertung von Aufgaben. Aufbau eines internetbasierten Aufgabenportals (mit fortlaufenden Adaptionen) zur Entwicklung, Übermittlung, Archivierung und zum Austausch von Testaufgaben.</p> <p>Verträge mit Expertinnen und Experten, die Aufgaben entwickeln und bewerten. Durchführung kleinerer Vortests von Aufgabensamples mit je ca. N = 30-70 Lehramtsstudierenden (z.T. im Rahmen von Lehrveranstaltungen). Analysen zur Beurteilung der psychometrischen Güte und Überarbeitung von Kodieranweisungen zur Optimierung der Aufgaben.</p>
2012	<p>In diesem Zeitraum wurden Vorbereitungen für die Pilotierungsstudie getroffen. Die Vorbereitungen umfassten insbesondere die Auswahl der Testaufgaben für die</p>

	<p>Pilotierungserhebungen (z.T. wurden dazu Beurteilungen der Aufgaben durch externe Expertinnen und Experten hinzugezogen), die Erstellung eines Testheftdesigns, Absprachen mit den an der Pilotierung beteiligten 12 Hochschulen (FU Berlin, Bremen, Bielefeld, Freiburg, Hamburg, Kassel, Kiel, LMU München, Oldenburg, Potsdam, Regensburg, Rostock), das Werben von Studierenden für die Teilnahme an den Erhebungen sowie das Drucken und Verschicken der Testhefte.</p>
	<p>Im Sommersemester wurden die Pilotierungserhebungen an den 12 Universitätsstandorten durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Projekts KiL durchgeführt. Die Erhebungen fanden jeweils in einem zentralen Hörsaal an einem Samstagvormittag statt (insgesamt standen vier Stunden Testzeit zur Verfügung, für die die Proband/innen je 40€ Aufwandsentschädigung erhielten). Insgesamt nahmen 1240 Lehramtsstudierende an den Erhebungen teil.</p>
	<p>Gestützt durch einen Testscanner, der die Antworten auf geschlossene Aufgaben auslesen und direkt in einen Datensatz überführen kann, wurden die Eingaben der Pilotierungsdaten vorgenommen. Zur Analyse von Aufgaben mit offenem Antwortformat wurden die bereits in 2011 entwickelten Kodierschemata angewendet und weiterentwickelt. Um die Objektivität des Kodiervorgangs einschätzen und optimieren zu können, wurden Kodierer-übereinstimmungswerte berechnet. Sämtliche Daten wurden einem intensiven Datencleaning unterzogen, um Eingabefehler zu korrigieren. Die Datenanalysen umfassten insbesondere Analysen zur Güte der entwickelten Tests und Testaufgaben (u.a. Reliabilität, Validität). In iterativen Prozessen wurden die Eigenschaften der Tests zur Erfassung des Fachwissens, des fachdidaktischen Wissens und des bildungswissenschaftlichen Wissens optimiert. Es konnten aber auch bereits erste Analysen zur Struktur professionellen Wissens, d.h. zum Verhältnis von Fachwissen, fachdidaktischem und bildungswissenschaftlichem Wissen, bei Lehramtsstudierenden durchgeführt werden. Ferner konnten erste Analysen zur Bedeutung der universitären Lehrveranstaltungen für das Wissens-Niveau der Studierenden berechnet werden.</p>
	<p>Auf der Basis der Ergebnisse der Analysen der Pilotierungsdaten wurden die entwickelten Testaufgaben überarbeitet. Bspw. wurden Distraktorenanalysen durchgeführt, die Aufschluss über die Qualität einzelner Distraktoren gaben. Auch Testaufgaben mit offenem Antwortformat, deren objektive Kodierung Schwierigkeiten bereitete, wurden überarbeitet. Außerdem wurden z.T. noch einmal neue Aufgaben für Bereiche entwickelt, die durch die bisher verfügbaren Aufgaben und durch den Ausschluss von Aufgaben aufgrund der Pilotierungsergebnisse zu schwach repräsentiert waren.</p>
	<p>Ergänzend zu der Pilotierungsstudie wurden (abweichend vom Antrag) Zusatzerhebungen durchgeführt, um nachträglich neu entwickelte Aufgaben zu pilotieren oder um die Datenbasis für bestimmte Testblöcke, die in der Pilotierungsstudie aufgrund des Rücklaufs von Studierenden bestimmter Fächer unterrepräsentiert waren, aufzufüllen.</p>
	<p>Ergebnisse der Pilotierungsstudie und der Testentwicklung wurden auf nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt. Darunter befanden sich der Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs), die Jahrestagung der Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik (GDGP), die Conference of European Researchers in Didactics of Biology (ERIDOB) sowie die Konferenz der International Test Commission (ITC).</p>
2013	<p>Für die in 2013 vorgesehene Hauptstudie wurden Vorbereitungen getroffen. Diese betrafen in erster Linie die Auswahl von geeigneten Testaufgaben sowie die Erstellung eines Testheftdesigns, das nun die gemeinsame Analyse der drei Wissensbereiche Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und bildungswissenschaftliches Wis-</p>

	<p>sen erlaubt. Des Weiteren wurde auf der Grundlage der Erfahrungen aus der Pilotierungsstudie eine Auswahl von Hochschulstandorten für die Hauptstudie getroffen. Es wurden Kontakte mit Kooperationspersonen vor Ort aufgenommen, die das Projekt bei der Anwerbung von Studierenden unterstützten. Die finalen Testhefte wurden erstellt und an die Standorte verschickt.</p>
	<p>Im Sommersemester 2013 wurde die Hauptstudie an 12 Hochschulstandorten in Deutschland (Bielefeld, Bremen, Frankfurt, PH Freiburg, Hamburg, Hannover, Kassel, Kiel, LMU München, Oldenburg, Regensburg, Rostock) durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Hilfskräfte des Projekts KiL durchgeführt. Studierende, die zwei der Fächer Biologie, Chemie, Physik und Mathematik studierten, hatten die Gelegenheit, zu beiden Fächern Testhefte zu bearbeiten. Dazu wurden zwei Testtage mit je vier Stunden Testzeit zur Verfügung gestellt. Die Erhebungen fanden jeweils in einem zentralen Hörsaal statt. Teilnehmende Studierende erhielten wieder eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 10 € pro Teststunde. Es nahmen insgesamt 1058 Lehramtsstudierende an den Erhebungen teil.</p>
	<p>Ab Oktober 2013 fanden analog zum Vorgehen bei der Pilotierungsstudie die Dateneingaben und -aufbereitungen statt. Die Auswertungen umfassten zunächst wieder Analysen zur Reliabilität und Validität der entwickelten Tests. Da von allen Studierenden Daten zum Fachwissen, fachdidaktischen Wissen und pädagogisch-psychologischen Wissen vorlagen, konnten mit den Daten der Hauptstudie erstmals übergreifende Analysen zur Struktur des Professionswissens durchgeführt werden. Die in der Hauptstudie bereits detailliertere Erfassung von Lerngelegenheiten im Studium ermöglichte Analysen zur deren Bedeutung für den Wissenserwerb. Die Daten der Studierenden, die Tests zu zwei Fächern bearbeiteten, ließen erste Untersuchungen zu Transfereffekten zwischen den Fächern zu. Um Analysen und Publikationen abschließen zu können, wurde die Projektlaufzeit kostenneutral bis Juni 2014 verlängert.</p>
	<p>Ergebnisse der Pilotierungs- und der Hauptstudie wurden auf nationalen und internationalen Tagungen vorgestellt. Darunter befanden sich der Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs), die Jahrestagung der Gesellschaft für die Didaktik der Chemie und Physik (GDGP), die Jahrestagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung (GEBF), der Kongress der European Science Education Research Association (ESERA) sowie der Kongress der European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI). Publikationen, die im Rahmen von KiL oder mit KiL eng vernetzten Studien entstanden sind, sind unter Punkt 1.6 aufgeführt.</p>

Eine Herausforderung für die Erfassung professioneller Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden stellt die Rekrutierung von Probandinnen und Probanden dar. In KiL wurden den Teilnehmenden Studierenden 10 € pro Stunde Testzeit gezahlt, wodurch zufriedenstellende, aber nicht ganz die anvisierten Stichprobengrößen erzielt werden konnten. Eine im Rahmen der Machbarkeitsstudie in 2011 durchgeführte Selektivitätsanalyse wies darauf hin, dass die gezahlten Probandengelder nicht zu Selektivitätsproblemen führen.

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

Im Folgenden wird skizziert, wie die im Rahmen von KiL entwickelten Tests zum bildungswissenschaftlichen Wissen sowie zum Fachwissen und fachdidaktischen Wissen in den Fächern Biologie, Chemie, Mathematik und Physik konstruiert wurden. Außerdem werden ausgewählte Ergebnisse aus den Analysen vorgestellt, die auf den Daten der Hauptstudie aus

dem Jahr 2013 basieren. Die an dieser Studie teilnehmenden 1058 Studierenden (65 % weiblich) hatten zum Zeitpunkt der Erhebung durchschnittlich 4.8 Semester absolviert ($SD = 2.9$). Insgesamt studierten 47% ein gymnasiales Lehramt. Die Erhebungen der Pilotierungsstudie fanden an 12 Hochschulen statt (Bielefeld, Bremen, Frankfurt, PH Freiburg, Hamburg, Hannover, Kassel, Kiel, LMU München, Oldenburg, Regensburg, Rostock).

Bildungswissenschaftliches Wissen

Für die Testentwicklung im Bereich des bildungswissenschaftlichen Wissens wurden neben theoretischen Ansätzen zur Beschreibung pädagogisch-psychologischen bzw. bildungswissenschaftlichen Wissens (z.B. König et al., 2011; Voss, Kunter & Baumert, 2011) und den KMK-Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (2004) auch Ergebnisse einer Delphi-Studie (Kunina-Habenicht et al., 2013) zugrunde gelegt. Von den im Rahmen von KiL entwickelten Aufgaben haben sich 92 in der im Jahr 2012 durchgeführten Pilotierung bewährt. Die Aufgaben erfassen sieben Wissensfacetten: (1) Lehren, (2) Lernen, Entwicklung und Motivation, (3) Klassenführung und Umgang mit Konflikten, (4) Leistungsbeurteilung, (5) Bildungssystem und Schulorganisation, (6) Methoden bildungswissenschaftlicher Forschung sowie (7) professionelle Weiterentwicklung und Schulentwicklung. Die Facetten 1 bis 4 beziehen sich auf im engeren Sinne unterrichtsbezogenes Wissen. Die Facetten 5 bis 7 adressieren Wissen, das nicht nur im Unterricht, sondern darüber hinaus im beruflichen Alltag von Lehrkräften für deren Wohlergehen sowie für Innovation und Weiterentwicklung von Schule erforderlich sein sollte. Abbildung 1 zeigt eine Beispielaufgabe aus der Facette Klassenführung.

Jacob Kounin hat bereits 1972 Prinzipien einer effektiven Klassenführung beschrieben. Welche der folgenden Prinzipien wurden von ihm als Prinzipien einer effektiven Klassenführung benannt?

Bitte kreuzen Sie jeweils „richtig“ oder „falsch“ an.

	richtig	falsch
a. Überlappung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Allgegenwärtigkeit	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Effizienz	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
d. Aktivierung der ganzen Schülergruppe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Freundliche Klassenraumgestaltung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Abbildung 1. Beispielaufgabe zur Erfassung des bildungswissenschaftlichen Wissens (Facette Klassenführung)

Da die Analysen zu den Facetten 5 bis 7 noch nicht abgeschlossen sind, beziehen sich die folgenden Ausführungen auf die Facetten 1 bis 4. Die Daten der Hauptstudie erlaubten es, die Struktur des Wissens in diesem Bereich genauer zu untersuchen. Wir vermuteten, dass die vier Facetten, die unterrichtsbezogenes Wissen erfassen, analytisch trennbare Dimensionen darstellen, die gleichwohl substantiell in Beziehung stehen. In der Tat ließen sich die Daten sehr gut durch ein Modell beschreiben, dass die vier Facetten als Faktoren erster Ordnung repräsentiert und das unterrichtsbezogene pädagogische Wissen als Faktor zweiter Ordnung ($\chi^2 = 156.66$, $df = 50$, $p < .01$, $RMSEA = .05$, $CFI = .96$, $TLI = .94$, $SRMR = .05$). Die entsprechenden Skalen zeigten eine zufriedenstellende bis gute Reliabilität (EAP/PV) mit .69 (14 Aufgaben) für das Wissen über Lehren, .74 (19 Aufgaben) für das Wissen über Lernen, Entwicklung und Motivation, .77 (21 Aufgaben) für das Wissen über Classroom Manage-

ment, Werte und den Umgang mit Konflikten und .75 (13 Aufgaben) für das Wissen über Leistungsbeurteilung. Der Gesamttest zum unterrichtsbezogenen pädagogischen Wissen (67 Aufgaben) zeigte eine Reliabilität von .85. Während die Facetten 1 und 2 in enger Beziehung stehen mit einer messfehlerbereinigten Korrelation von $r = .72$, $p < .01$, waren alle weiteren Facetten moderat korreliert ($r = .51$, $p < .01$ bis $r = .62$, $p < .01$). Die Verteilung der Aufgabenschwierigkeiten passte in fast allen Facetten sehr gut zur Verteilung der Fähigkeiten der Teilnehmenden Studierenden. Nur beim Wissen über Leistungsbeurteilung lagen die Aufgabenschwierigkeiten im Mittel über dem Durchschnitt der Personfähigkeiten. Des Weiteren untersuchten wir Korrelationen mit Drittvariablen, um Hinweise auf die Validität der Tests und auch auf deren Sensitivität für Lernprozesse seitens der Studierenden zu erhalten. Wie erwartet korrelierte der Gesamttest zum pädagogischen Wissen negativ mit der Abiturnote der Probandinnen und Probanden (hohe Werte bedeuten eine schlechte Note; $r = -.29$, $p < .01$). Außerdem korrelierte der Test positiv mit Indikatoren für den Umfang an Lerngelegenheiten, die die Studierenden bereits genutzt hatten. Zum Beispiel korrelierte der Test zum pädagogischen Wissen positiv mit der Anzahl bereits studierter Semester im Bereich Bildungswissenschaften ($r = .18$, $p < .01$) sowie mit der Anzahl an bereits belegten Kursen im Bereich Bildungswissenschaften ($r = .18$, $p < .01$). Alle vier Subskalen korrelierten positiv mit der Anzahl an Kursen, die im jeweiligen Bereich bereits belegt worden waren (Lehren: $r = .20$, $p < .01$; Lernen, Entwicklung und Motivation: $r = .30$, $p < .01$; Classroom Management: $r = .09$, $p < .01$; Leistungsbeurteilung: $r = .13$, $p < .01$). Wir schlossen aus diesen und weiteren Befunden, dass die entwickelten Tests zum pädagogischen Wissen reliable und valide Maße darstellen, die auch Wissenszuwächse im Laufe des Lehramtsstudiums abbilden können.

Weitere Ergebnisse in diesen Publikationen: Hohenstein et al. 2014; Hohenstein et al., under review; Kleickmann et al., 2014

Fachbezogenes Wissen im Bereich Biologie

Auf der Basis der Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (KMK, 2008) und einer Analyse aktueller Modulkataloge (Großschedl, Harms, Glowinski & Waldmann, 2014) wurde das biologische Fachwissen in fünf Facetten erfasst. Diese entsprechen den Studieninhalten (1) Evolution, (2) Genetik & Molekularbiologie, (3) Morphologie, (4) Physiologie und (5) Ökologie. Die Erfassung des fachdidaktischen Wissens erfolgte in vier Facetten, deren Auswahl eine Synthese aus etablierten Modellen zur Beschreibung fachdidaktischen Wissens (z.B. Park & Oliver, 2008) sowie den KMK-Standards zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung (2008) und Modulkatalogen darstellt. Neben den etablierten Facetten Wissen über (1) Schülerkognitionen und (2) Instrukionsstrategien handelt es sich dabei um Wissen über (3) Curricula und (4) Bewertung (Großschedl et al., 2014).

Der Naturforscher van Helmont führte im 17. Jahrhundert einen Langzeitversuch durch, bei dem er ein Weidenbäumchen fünf Jahre lang unter kontrollierten Bedingungen bewässerte. Er bestimmte dabei sowohl die Trockenmasse der Erde im verwendeten Pflanzentopf vor und nach dem Versuch als auch die Masse des Setzlings vor Versuchsbeginn und die Trockenmasse der Weide nach Versuchsende.

Die Darstellung des van Helmont-Versuchs kann im Unterricht dazu benutzt werden, um eine fachlich unzutreffende Alltagsvorstellung der Schülerinnen und Schülern zur Pflanzenernährung aufzugreifen und diese im Sinne eines Conceptual Change zum Aufbau fachlich angemessener biologischer Konzepte zu unterstützen.

Beschreiben Sie kurz die fachlich unangemessene Alltagsvorstellung vieler Schülerinnen und Schülern, die mit der Darstellung des Van Helmont-Versuchs thematisiert werden kann!

Abbildung 2. Beispielaufgabe zum biologiedidaktischen Wissen (Facette Schülerkognitionen)

Aus der Hauptstudie liegt eine Substichprobe von 274 Lehramtsstudierenden ($M = 5.9$ Semester; $SD = 2.8$) vor, bei der das biologiespezifische Professionswissen (Fachwissen und fachdidaktisches Wissen) erhoben wurde. Die Untersuchung ergab, dass das biologische Fachwissen (.71) und das biologiedidaktische Wissen (.70) hinreichend reliabel gemessen werden können. Darüber hinaus wurde eine konfirmatorische Faktorenanalyse durchgeführt, um die Struktur des professionellen Wissens bei angehenden Biologielehrkräften zu untersuchen. Diese Analyse ergab, dass Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisch-psychologisches Wissen (zwei der sieben Facetten: Lehren sowie Lernen, Entwicklung und Motivation) separate Dimensionen darstellen. Das in der Abbildung 3 gezeigte dreifaktorielle

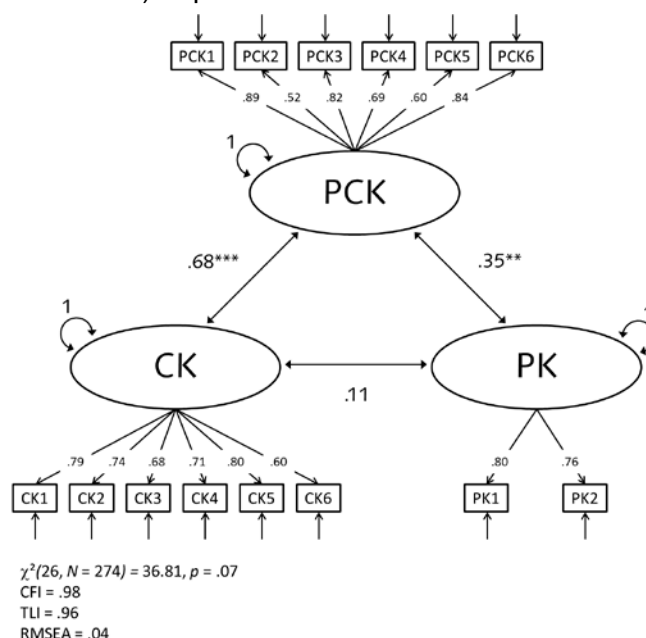


Abbildung 3. Ergebnisse einer konfirmatorischen Faktorenanalyse. CK = Fachwissen, PCK = fachdidaktisches Wissen, PK = pädagogisches Wissen

Modell passte besser zu den Daten als andere Modelle mit weniger als drei Faktoren, in denen bspw. Fachwissen und fachdidaktisches Wissen als ein gemeinsamer Faktor modelliert wurde. Die messfehlerbereinigte Korrelation zwischen Fachwissen und fachdidaktischem Wissen beträgt $r = .68$ ($p < .01$), diejenige zwischen fachdidaktischem und bildungswissenschaftlichem Wissen $r = .35$ ($p < .01$) und die zwischen Fachwissen und bildungswissenschaftlichem Wissen $r = .11$ (ns). Die Ergebnisse sprechen für eine deutlich stärkere Nähe des fachdidaktischen Wissens zum Fachwissen als zum bildungswissenschaftlichen Wissen über Lehren sowie Lernen, Entwicklung und Motivation. Offenbar können aber bereits bei angehenden Lehrkräften im Studium die drei theoretisch postulierten Dimensionen professionellen Wissens nachgewiesen werden. Außerdem zeigte sich, dass angehende Gymnasiallehrkräfte erwartungskonform über besseres Fachwissen und fachdidaktisches Wissen verfügten als künftige

nicht-gymnasiale Lehrkräfte. Auch fanden sich erste Hinweise auf Transfereffekte, die daraus resultieren, wenn Studierende neben dem Fach Biologie noch ein weiteres naturwissenschaftliches Fach studieren. Studierende, die neben Biologie noch Chemie oder Physik studierten, zeigten ein besseres biologiedidaktisches Wissen als Studierende mit einem nicht-naturwissenschaftlichen Zweitfach. Studierende, die sich bereits im Masterstudium befanden, hatten erwartungskonform ein höheres Fach- und fachdidaktisches Wissen als Studierende, die sich erst im Bachelorstudium befanden.

Weitere Ergebnisse in diesen Publikationen: Großschedl, Harms, Kleickmann & Glowinski, 2015; Großschedl, Mahler, Kleickmann & Harms, 2014; Großschedl, Harms, Glowinsk, & Waldmann, 2014; Kleickmann et al., 2014

Fachbezogenes Wissen im Bereich Chemie

Bislang liegen nur sehr wenige Studien vor, die das chemiebezogene Professionswissen angehender Lehrkräfte mit Tests erfassten (Tepner et al., 2012). Daher existieren auch nur wenige Erkenntnisse darüber, wie das chemiespezifische Professionswissen bei Lehramtsstudierenden ausgeprägt bzw. strukturiert ist und wie es sich im Laufe des Studiums entwickelt. Im Rahmen von KiL geschah die Entwicklung von Aufgaben zum Fachwissen auf der Grundlage der klassischen Fachgebiete der Chemie, der Anorganischen Chemie und der Organischen Chemie. Innerhalb dieser Fachgebiete wurde auf zwei themenübergreifende und für die Chemie zentrale Inhaltsbereiche fokussiert: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (SEB) als ein schulisches Basiskonzept und chemische Repräsentationen (REP) als unverzichtbares Kommunikationsmittel in der Chemie. Einige der Aufgaben erfassen schulisches Wissen auf gehobenem Niveau, andere universitäres Wissen. Dabei wurde darauf geachtet, dass sich eine Progression in ausgewählten fachlichen Aspekten abbilden lässt. So wird z. B. Wissen über Wasserstoffbrückenbindungen auf unterschiedlich elaborierten Stufen erfasst. Im Bereich des fachdidaktischen Wissens wurden die beiden Kernfacetten Wissen über Schülerkognitionen und Wissen über Instruktionsstrategien bei der Aufgabenkonstruktion berücksichtigt.

Beschreiben Sie, wie Sie die Vorstellung eines Schülers, Diamant sei unvergänglich und könne ja aufgrund der Eigenschaften nicht genau wie Graphit nur aus Kohlenstoff bestehen, experimentell widerlegen können.

Abbildung 4. Beispielaufgabe zum chemiedidaktischen Wissen (Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Instruktionsstrategien)

Die Analyse der Daten aus der Hauptstudie mit einer Teilstichprobe von 322 Lehramtsstudierenden der Chemie (im Durchschnitt 5.5 ($SD = 2.5$) Semester) ergab zunächst, dass das chemiebezogene Wissen der Studierenden wie theoretisch postuliert zwei Dimensionen umfasst: Fachwissen und fachdidaktisches Wissen. Ein Modell mit einem Globalfaktor passte signifikant schlechter zu den Daten ($\chi^2 = 189.51$, $df = 1$, $p < .01$). Beide Dimensionen konnten mit zufriedenstellender Reliabilität gemessen werden (Fachwissen: .86, fachdidaktisches Wissen: .77).

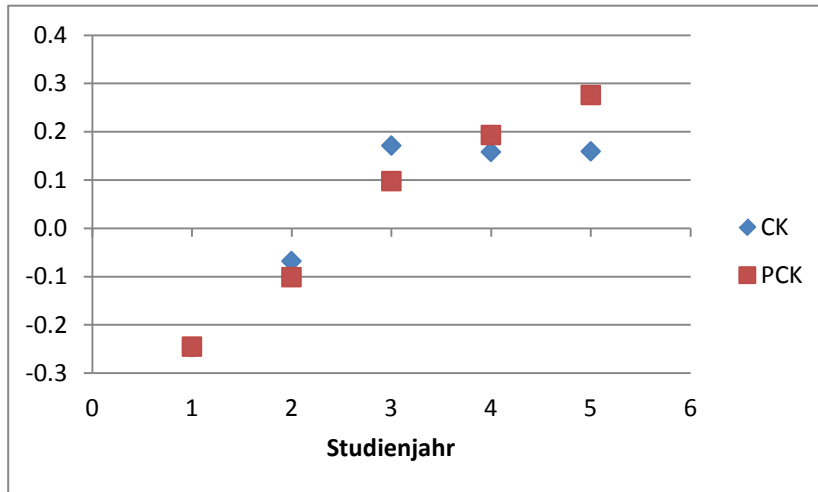


Abbildung 4. Fachwissen (CK) und fachdidaktisches Wissen (PCK) nach Studienjahr; Werte in logit-Skala

Je höher die Semesterzahl der Studierenden war, desto höher war auch das Niveau im fachdidaktischen Wissen. Beim Fachwissen war das Niveau bei Studierenden im 3., 4. und 5. Jahr des Studiums in etwa gleich hoch (s. Abbildung 4). Dies könnte auf einen nicht-linearen Anstieg des Fachwissens im Verlauf des Studiums hindeuten. Da die fachlichen Anteile des Studiums i.d.R. bis zum Ende des dritten Jahres abgeschlossen sind, scheint dieser Befund plausibel. Fachdidaktische Anteile

sind hingegen über das gesamte Studium verteilt. Der Zusammenhang zwischen Semesterzahl und dem Fachwissen der Studierenden lag bei $r = .24$, $p < .05$, derjenige für das fachdidaktische Wissen bei $r = .26$, $p < .05$. Studierende am Anfang ihres Studiums (ein oder zwei Semester) hatten ein signifikant niedrigeres Fachwissen und fachdidaktisches Wissen als Studierende am Ende ihres Studiums (neun Semester und mehr). Insgesamt deuten diese Befunde darauf hin, dass die entwickelten Tests geeignet sind, Wissenszuwächse im Laufe des Studiums von angehenden Chemielehrkräften zu erfassen. Vergleichbar mit den Befunden der Biologie scheint auch das chemiedidaktische Wissen der Studierenden eine stärkere Nähe zu chemischem Fachwissen als zu generischem pädagogisch/psychologischem Wissen über Lehren aufzuweisen.

Weitere Ergebnisse in diesen Publikationen: Herzog & Parchmann, 2013; Herzog, Taskin, Bernholt, Steffensky & Parchmann, 2013; Taskin, Bernholt & Parchmann, 2013; Herzog, Busker & Parchmann, 2012; Taskin, Bernholt & Parchmann, 2012; Kleickmann et al., 2014

Fachbezogenes Wissen im Bereich Mathematik

Im Gegensatz zu den Bereichen Biologie, Chemie und auch Physik liegen im Bereich Mathematik schon umfangreichere Vorarbeiten zur Erfassung des fachbezogenen Wissens von Lehrkräften vor (z.B. Krauss et al., 2008; Hill, Rowan, & Ball, 2005). Dabei hatten sich mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen als eng zusammenhängende Komponenten erwiesen (z.B. Krauss et al., 2008). In KiL wurden die beiden Konstrukte Fachwissen und fachdidaktisches Wissen einer gründlichen Revision unterzogen, in Teilen neu operationalisiert sowie durch eine weitere Komponente ergänzt, um dem Erwerb des fachspezifischen Professionswissens speziell im Studium in seiner Breite und Tiefe gerecht zu werden. Die Komponente Mathematisches Wissen (MW) beschreibt dezidiert universitäres mathematisches Wissen, das Gegenstand der Ausbildung für das Lehramt der Sekundarstufe II und in geringerem Umfang auch für das Lehramt der Sekundarstufe I ist. Es weist Bezüge zur Schulmathematik auf, geht dabei aber (in Inhalt und Form) deutlich über die Schulmathematik hinaus (Loch, Lindmeier, & Heinze, 2013). Mathematikdidaktisches Wissen (MDW) setzt sich in Anlehnung an COACTIV (Krauss et al., 2008) aus den Facetten Wissen über Schülerkognition, Wissen über Instruktionsstrategien und Wissen über das Potenzial von Aufgaben zusammen. In KiL wurde jedoch bei der Operationalisierung explizit darauf geachtet, genuin mathematikdidaktisches Wissen zu erfassen und Aufgaben zu vermeiden, die allein mit mathematischer Kompetenz gelöst werden können (Loch, Lindmeier & Heinze, 2013).

Wir bezeichnen eine Körpererweiterung $L:K$ als endlich, wenn $\dim_K L < \infty$.
Entscheiden Sie welche der folgenden Körpererweiterungen endlich sind.

	Trifft zu.	Trifft nicht zu.
$\mathbb{Q}(\pi):\mathbb{Q}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\mathbb{Q}(i):\mathbb{Q}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\mathbb{C}:\mathbb{R}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$\mathbb{R}:\mathbb{Q}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche der folgenden Aufgabenstellungen ist dafür geeignet Schülerinnen und Schüler entdecken zu lassen, dass rationale Zahlen dicht in \mathbb{R} liegen?

	Trifft zu	Trifft nicht zu
Miss die Länge der Diagonalen in einem Quadrat mit Seitenlänge 10 cm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suche den kleinsten Bruch, die größer ist als $\sqrt{2}$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teile 100€ gerecht auf drei Personen auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finde zehn Brüche zwischen $\sqrt{2}$ und $\sqrt{3}$.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zeichnen Sie eine ikonische (bildliche) Darstellung zur Erklärung der Multiplikation von zwei Brüchen in der 6. Klasse am Beispiel $\frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3}$.

Abbildung 5. Beispielaufgaben zum MW (oben), MWsK (Mitte) und MDW (unten)

Mathematisches Wissen im schulischen Kontext (MWsK) ist eine zusätzliche, theoretisch postulierte Komponente, die starken Bezug zur Schulmathematik aufweist und sowohl curriculares Wissen als auch Wissen über Verzerrungen durch die fachdidaktische Reduktion von Inhalten (z. B. welche Probleme ergeben sich aus dem intuitiven Umgang mit Grenzwertprozessen in der Sekundarstufe I) sowie Wissen über die Einbettung schulmathematischer Inhalte in die universitäre Mathematik umfasst (z. B. welche Aspekte der Körpererweiterung von \mathbb{Q} nach \mathbb{R} spiegeln sich im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I wider). MWsK stellt damit eine Art Verknüpfungswissen zwischen schulmathematischen Inhalten und universitärer Mathematik dar (Loch, Lindmeier & Heinze, 2013).

Im Rahmen der KiL-Erhebungen stand eine Stichprobe von 505 Studierenden mit dem Fach Mathematik zur Verfügung. Im Durchschnitt hatten diese 5.9 Semester ($SD = 2.6$) studiert und 64% strebten ein gymnasiales Lehramt an. Eine mehrdimensionale Raschanalyse zeigte, dass sich die Konstrukte des mathematischen Wissens, des mathematikdidaktischen Wissens und des mathematischen Wissens im schulischen Kontext analytisch trennen lassen. Ein dreifaktorielles Modell, in dem diese Konstrukte je eine Dimension bilden, passte signifikant besser auf die Daten als Modelle mit weniger Faktoren. Die Neueinführung der Dimension des MWsK und die damit verbundene Rekonzeptualisierung des MW und des MDW spiegelte sich in einer messfehlerbereinigten Korrelation zwischen MW und MDW von $r = .54$ wider, die damit niedriger als in anderen Untersuchungen lag. Wegen seiner theoretischen Konzeption zwischen MW und MDW, lagen die Korrelationen von MW und MDW mit dem MWsK erwartungsgemäß höher (.83 und .85). Die drei Tests zum MW, MDW und MWsK zeigten zufriedenstellende Reliabilitäten von .83, .69 und .80. Die berichteten Ergebnisse liefern erste Evidenz dafür, dass das fachbezogene Wissen von angehenden Mathematiklehrkräften mit einer zwei-dimensionalen Struktur möglicherweise nicht perfekt beschrieben werden kann. Stattdessen scheint eine drei-dimensionale Struktur mit den Dimensionen MW, MDW und MWsK vorzuliegen.

Weitere Ergebnisse in diesen Publikationen: Loch, Lindmeier & Heinze, 2014; Loch, Lindmeier & Heinze, 2013; Kleickmann et al., 2014

Fachbezogenes Wissen im Bereich Physik

Für das Fach Physik liegen neben Befunden zum Professionswissen von Lehrkräften bereits erste Erkenntnisse über das Professionswissen angehender Lehrkräfte vor (Riese & Rein-

hold, 2010). Das von Riese und Reinhold (2010) verwendete Instrument beschränkt sich jedoch in den jeweiligen Bereichen des physikbezogenen Professionswissens auf ausgewählte Aspekte – im Bereich Fachwissen z.B. auf das Wissen zur Mechanik. Im Rahmen von KiL wurde mit Bezug auf die KMK-Standards für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung (KMK, 2008) sowie auf Analysen der für das Lehramtsstudium relevanten Curricula eine breitere Operationalisierung des Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens angestrebt. Das physikbezogene Fachwissen wurde in acht schulelevanten Inhaltsbereichen erfasst: Mechanik, Elektrizitätslehre, Optik, Thermodynamik, Festkörperphysik, Atom- und Kernphysik, Relativitätstheorie und Quantenmechanik. Das fachdidaktische Wissen wurde in vier Bereichen erfasst: Den beiden Kernfacetten Wissen über Schülerkognition und Wissen über Instruktionsstrategien sowie in den beiden Facetten Wissen über Curriculum und Wissen über Bewertung (Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999).

Aus einer dünnen Sperrholzplatte wird eine quadratische Platte der Kantenlänge a gesägt. Ihr Trägheitsmoment bei Drehung um die zur Platte senkrechte Schwerpunktsachse betrage J .

Wie groß wäre das Trägheitsmoment der Platte, wenn ihre Kantenlänge doppelt so groß wäre?

- $2 J$
- $4 J$
- $8 J$
- $16 J$

Das Lernen über die Natur der Naturwissenschaften wird in den letzten Jahren als ein Ziel von Physikunterricht gesehen. In den englischsprachigen Ländern spricht man auch vom Wissen über „Nature of Science“.

Welche der folgenden Zielsetzungen entspricht am ehesten einem Aufbau von Wissen über „Nature of Science“?

Die Schülerinnen und Schüler...

- ..kennen die biographischen Daten von Galilei, Newton und Einstein.
- ..wissen, welchen Beitrag die Physik zur Friedenssicherung leisten kann.
- ..kennen die wissenschafts- und erkenntnistheoretischen Grundlagen der Physik.
- ..kennen die Grundgrößen der klassischen Physik.

Abbildung 6. Beispielaufgaben zum Fachwissen (oben) und fachdidaktischen Wissen (unten) im Bereich Physik

Aus der Hauptstudie lag eine Substichprobe von 201 Studierenden mit dem Fach Physik vor. Diese hatten im Durchschnitt 5.6 Semester studiert ($SD = 2.7$) und 72% strebten ein Lehramt an Gymnasien an. Konfirmatorische Faktorenanalysen bestätigten die Annahme einer zweidimensionalen Struktur des fachbezogenen Professionswissens bei angehenden Physiklehrkräften. Das zweidimensionale Modell mit den Faktoren Fachwissen und fachdidaktisches Wissen passte sehr gut auf die Daten ($CFI = .99$, $TLI = .99$, $SRMR = .04$, $RMSEA = .02$). Ein Globalfaktormodell passte signifikant schlechter zu den Daten. Die messfehlerbereinigte Korrelation des Fachwissens mit dem fachdidaktischen Wissen lag bei $r = .79$, $p < .01$. Sowohl das Niveau des Fachwissens als auch des fachdidaktischen Wissens korrelierten substantiell mit der Anzahl bereits studierter Semester ($r = .36$, $p < .01$ bzw. $r = .27$, $p < .01$). Auch für das fachbezogene Professionswissen im Bereich Physik scheint es gelungen zu sein, reliab-

le und valide Messinstrumente zu entwickeln, die es erlauben, Lernfortschritte im Laufe des Studiums abzubilden.

Weitere Ergebnisse in diesen Publikationen: Kröger, Neumann & Petersen, in Druck; Kleickmann et al., 2014

Anwendungsperspektiven und denkbare Folgevorhaben

Zusammengefasst deuten die Ergebnisse darauf hin, dass es gelungen ist, reliable und valide Tests für das fachliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Wissen von Lehramtsstudierenden mit naturwissenschaftlich-mathematischen Fächern zu entwickeln. Die in diesem Bericht skizzierten und in den bereits vorliegenden Publikationen detaillierter dargestellten Befunde geben außerdem Hinweise auf die oben formulierten Forschungsfragen nach der Struktur des professionellen Wissens bei Lehramtsstudierenden sowie nach der Bedeutung von Lerngelegenheiten um Rahmen des Studiums.

Die im Rahmen von KiL entwickelten Tests werden in einer ebenfalls von der Leibniz-Gemeinschaft geförderten Längsschnittstudie zur Entwicklung des Professionswissens von Lehramtsstudierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern genutzt (Projekt „Kompetenzentwicklung bei Lehramtsstudierenden mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern; KeiLa“). In dieser Studie werden Fragen nach der Entwicklung des Wissens sowie nach Bedingungen der Entwicklung im Vordergrund stehen. Es wird der Frage nachgegangen werden, ob über Veränderungen im Wissensniveau hinaus auch Veränderungen der Wissensstruktur im Laufe des Studiums zu beobachten sind. Hinsichtlich der Bedingungen der Wissensentwicklung stehen die Fragen nach der Bedeutung individueller Voraussetzungen (z.B. voruniversitäres Wissen, kognitive Grundfähigkeiten) und nach der Bedeutung der Qualität und Quantität von Lerngelegenheiten im Studium im Vordergrund. Außerdem werden wir das Zusammenspiel verschiedener Wissensbereiche in den Blick nehmen können. Hier interessiert uns u.a. die Bedeutung des universitären Fachwissens für die Entwicklung des schulbezogenen Fachwissens und des fachdidaktischen Wissens, aber auch das Zusammenspiel zwischen Fachwissen, fachdidaktischem Wissen und bildungswissenschaftlichem Wissen. Von den gewonnenen Erkenntnissen aus KiL und KeiLa versprechen wir uns Impulse für eine Verbesserung der universitären Ausbildung von Lehrkräften in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern.

Über das Projekt KeiLa hinaus stehen die in KiL entwickelten Tests zum professionellen Wissen angehender Lehrkräfte nun für die Nutzung im Rahmen einer empirischen Lehr-Lern-Forschung in der Lehrerbildung zur Verfügung. Wir sehen darin einen wichtigen Schritt hin zu einer evidenzbasierten Ausbildung von Lehrkräften. Außerdem erlauben es die Tests, im Sinne eines Bildungsmonitorings die Erreichung von Standards zur Lehrerbildung (KMK, 2004; 2008) zu überprüfen.

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.)

Die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Jens Möller (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) war an allen Arbeitsschritten, die im Rahmen des Projekts durchgeführt werden, insbesondere zum Inhaltsbereich des pädagogisch-psychologischen bzw. bildungswissenschaftlichen Wissens beteiligt.

Innerhalb des IPN war die Projektgruppe eng mit weiteren Projektgruppen vernetzt, die sich ebenfalls mit Fragen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften beschäftigen. Zu nennen sind hier insbesondere zwei Arbeitsgruppen, die sich mit der videobasierten standardisierten Erfassung professioneller Kompetenz von Lehrkräften befassen (Projekte ViU Early Science und vACT). Enge Vernetzung bestand auch mit der Arbeitsgruppe des Projekts PALEA, die sich mit der Entwicklung professioneller Kompetenz im Lehramtsstudium beschäftigt, allerdings einen Schwerpunkt auf die Entwicklung von Überzeugungen und motivationalen Merkmalen der angehenden Lehrkräfte legt. Auch mit dem Projekt SEKO, in dem die Entwicklung von Selbstregulation der Lehramtsstudierenden sowie die Untersuchung von Eingangsvoraussetzung im Mittelpunkt stehen, bestand eine enge Vernetzung.

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Jürgen Baumert stand dem Projekt beratend zur Seite und stellte durch seine Expertise in den Projekten COACTIV und COACTIV-R umfangreiches Wissen zur Testentwicklung zu den Bereichen professionellen Wissens von (angehenden) Lehrkräften zur Verfügung.

In Kooperation mit der Firma CAP3 Softwarekonzeption wurde begonnen, eine Testaufgaben-Datenbank zu entwickeln. Diese soll sowohl die Erstellung neuer Testaufgaben (bspw. durch externe Aufgaben-Entwicklerinnen und -entwickler) als auch die Archivierung von und gezielte Suche nach verfügbaren Testaufgaben erleichtern. Die Datenbank wird als open-source Portal auch anderen Projekten und auch Lehrkräften (bspw. zur Erstellung von Klausuraufgaben) zur Verfügung stehen.

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

- Herzog, Steffi: Vergleichende Analyse des fachlichen und fachdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden am Beispiel des Basiskonzepts "Struktur-Eigenschafts-Beziehungen" (Abschluss des Promotionsverfahrens in 2015)
- Hohenstein, Friederike: Pädagogisch-Psychologisches und bildungswissenschaftliches Wissen von Lehramtsstudierenden: Entwicklung und Validierung eines Testverfahrens (Abschluss des Promotionsverfahrens voraussichtlich in 2015)
- Kröger, Jochen: Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physik-lehrkräfte (Abschluss des Promotionsverfahrens in 2015)
- Loch, Carolin: Zur Rolle des mathematischen Fachwissens im Lehramtsstudiums: Eine empirische Untersuchung zur Anwendung des Fachwissens im schulbezogenen Kontext (Abschluss des Promotionsverfahrens in 2015)
- Mahler, Daniela: Entwicklung der professionellen Kompetenz von Biologielehrkräften und ihre Bedeutung für den Kompetenzerwerb von Lernenden (Abschluss des Promotionsverfahrens voraussichtlich in 2016)
- Taskin, Vahide: Untersuchung des Fachwissens und fachdidaktischen Wissens von Chemie-Lehramtsstudierenden bezüglich chemischer Repräsentationen (Abschluss des Promotionsverfahrens in 2015)

Im Bericht zitierte Literatur

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.

Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort. Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (4), 469–520.

- Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Hrsg.) (2010). *TEDS-M 2008 - Professionelle Kompetenz und Lerngelegenheiten angehender Mathematiklehrkräfte für die Sekundarstufe I im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, *34*, 12-25.
- Großschedl, J., Harms, U., Glowinski, I., & Waldmann, M. (in Druck). Erfassung des Professionswissens angehender Biologielehrkräfte: das KiL-Projekt. *Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht*.
- Großschedl, J., Harms, U., Kleickmann, T., & Glowinski, I. (under review). Preservice biology teachers' professional knowledge: Structure and learning opportunities. *Journal of Science Teacher Education*.
- 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.
- Hohenstein, F., Zimmermann, F., Kleickmann, T., Köller, O., & Möller, J. (in Druck). Sind die bildungswissenschaftlichen Standards für die Lehramtsausbildung in den Curricula der Hochschulen angekommen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Jüttner, M., & Neuhaus, B. (2013). Das Professionswissen von Biologielehrkräften – Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, *19*, 31-49.
- KMK (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf (Zugriff: 22.01.2013)
- KMK (2008). Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf (Zugriff: 22.01.2013)
- König, J., Blömeke, S., Paine, L., Schmidt, W., & Hsieh, F.-J. (2011). General pedagogical knowledge of future middle school teachers. On the complex ecology of teacher education in the United States, Germany, and Taiwan. *Journal of Teacher Education*, *62*, 188-201.
- Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, *100*, 716-725.
- Kröger, J., Hübner, A., Petersen, S., & Neumann, K. (in Begutachtung). Die Erfassung kognitiver Validität - Der Cognitive-Lab-Questionnaire. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*.
- Kunina-Habenicht, O., Schulze-Stocker, F., Kunter, M., Baumert, J., Leutner, D., Förster, D., Lohse-Bossenz, H., & Terhart, E. (2013). Die Bedeutung der Lerngelegenheiten im Lehramtsstudium und deren individuelle Nutzung für den Aufbau des bildungswissenschaftlichen Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik*, *59*, 1-23.
- Loch, C., Lindmeier, A., & Heinze, A. (2013). Instrumententwicklung zur Erfassung professionellen Wissens von Lehramtsstudierenden. In G. Greefrath, F. Käpnick, & M. Stein, Martin (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013. Vorträge auf der 47. Tagung für Didaktik der Mathematik* (S. 624-627). Münster: WTM.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. Lederman

- (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (Vol. 6, pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer.
- Park, S., & Oliver, 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.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 167-187.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- 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.
- Voss, T., Kunter, M., & Baumert, J. (2011). Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. *Journal of Educational Psychology*, 103, 952-969.