

## Ursachen für Veränderungen des physikdidaktischen Wissens im Studium

### Ausgangslage

Die Untersuchung des Kompetenzerwerbs von Studierenden ist ein aktuelles Forschungsanliegen, um Studiengänge hinsichtlich ihres Ausbildungserfolgs zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Im Lehramtsstudium werden insbesondere fachdidaktische Lernangebote daraufhin untersucht, inwieweit sie das fachdidaktische Wissen von Studierenden fördern. So wurden zum Beispiel Testinstrumente zur Messung fachdidaktischen Wissens im Fach Physik bereits in unterschiedlichen Projekten entwickelt und erprobt (vgl. z.B. ProfiLe-P: Riese et al., 2015; FALKO: Schlödel & Göhring, 2015; KiL: Kröger, Neumann & Petersen, 2013; ProWiN: Tepner et al., 2012; QuiP: Olszewski, 2010). Der Einsatz dieser Testinstrumente erfolgt zum Teil in Längsschnittstudien, die gegenüber Querschnittstudien den Vorteil bieten, dass Veränderungen im Wissensstand unabhängig von möglichen Kohorten-Effekten identifiziert werden können. Auch in längsschnittlichen Large-Scale-Erhebungen bleibt in der Regel jedoch unklar, inwieweit gemessene Veränderungen speziell im physikdidaktischen Wissen tatsächlich auf die Nutzung konkreter physikdidaktischer Lerngelegenheiten am Lernort Universität zurückzuführen sind und welchen Einfluss beispielsweise testspezifische oder personenspezifische Aspekte nehmen.

Das in diesem Beitrag aufgeführte Projekt hat daher das Ziel, Ursachen für gemessene Veränderungen im physikdidaktischen Wissen von Lehramtsstudierenden, welche an einem Vorbereitungssemester zum Praxissemester an der RWTH Aachen teilnehmen, genauer zu untersuchen und herauszuarbeiten. Die Veränderungen im Wissensstand der Studierenden werden mit Hilfe eines physikdidaktischen Leistungstests im Prä-Post-Studiendesign erhoben. Zur Identifizierung von Gründen für Veränderungen im Antwortverhalten werden anschließend an die Post-Befragung mit den Studierenden qualitative Einzelinterviews geführt.

### Theoretische Hintergrund

Das Professionswissen von Lehrpersonen wird als entscheidend für die Qualität von Unterricht angesehen (vgl. z.B. Borowski et al., 2010) und lässt sich in Anlehnung an Shulman (1986) sowie Baumert & Kunter (2006) durch die drei Wissensbereiche *fachliches Wissen*, *fachdidaktisches Wissen* und *pädagogisches Wissen* beschreiben. Das in diesem Beitrag dargestellte Projekt konzentriert sich auf das fachdidaktische Wissen von Lehramtsstudierenden der Physik. In der Literatur werden zur Beschreibung dieses Konstrukts unterschiedliche Subdimensionen aufgeführt, die im Folgenden als Facetten bezeichnet werden. Für die naturwissenschaftlichen Fächer und insbesondere für das Fach Physik gehören zu diesen Facetten beispielsweise das Wissen über *Experimente*, *Modelle/Konzepte*, *Schülervorstellungen* oder *Instruktionsstrategien* (vgl. z.B. Chan, Rollnick & Gess-Newsome, 2019; Reinhold, Riese & Gramzow, 2017; Tepner et al., 2012; Park & Oliver, 2008).

### Messung physikdidaktischen Wissens

Zur Messung physikdidaktischen Wissens werden meist schriftliche Kompetenz- oder Wissenstests in Form von schriftlichen Fragebögen eingesetzt. Die Anlage der Tests unterscheidet sich dabei naturgemäß je nach Projekt und Testinstrument, wobei insbesondere die Berücksichtigung fachlicher Themenbereiche bei der Konstruktion fachdidaktischer Items

unterschiedlich gehandhabt wird. Einerseits finden sich im Fach Physik Projekte, welche verschiedene Facetten physikdidaktischen Wissens über unterschiedliche physikalische Themenfelder hinweg, wie zum Beispiel Mechanik, Elektrizitätslehre oder Optik, aufgreifen (z.B. KiL oder FALKO). In anderen Untersuchungen sind die Items so konzipiert, dass sie in ihrer Gesamtheit genau einem physikalischen Themenfeld zugeordnet werden können und lediglich die Zuordnung zu ausgewählten Facetten physikdidaktischen Wissens variiert (vgl. z.B. QuiP, Themenfeld Elektrizitätslehre oder ProfiLe-P/ P+, Themenfeld Mechanik). Die Festlegung auf ein physikalisches Themenfeld erhöht dabei die Wahrscheinlichkeit, dass empirisch fundierte Subskalen bzgl. unterschiedlicher physikdidaktischer Wissensfacetten gebildet werden können, da eine zusätzliche Dimension im Itementwicklungsmodell entfällt (vgl. Riese, Gramzow & Reinhold, 2017). Hierbei stellt sich jedoch die Frage, inwieweit die Entwicklung physikdidaktischen Wissens themenspezifisch erfolgt (vgl. Diskussion um TSPCK; z.B. Mavhunga & Rollnick, 2013) und die Messung in einem ausgewählten physikalischen Themenfeld repräsentativ bzw. inhaltlich valide möglich ist. Diese Fragestellung besitzt insbesondere dann hohe Relevanz, wenn Ausbildungserfolg längsschnittlich über das gesamte Lehramtsstudium hinweg oder bei physikdidaktischen Interventionen gemessen wird, die unterschiedliche physikalische Themenfelder berücksichtigen.

### **Ziele und Studiendesign**

Ziel dieses Projekts ist es, Gründe für mit einem physikdidaktischen Wissenstest gemessene Veränderungen bei Physiklehramtsstudierenden der RWTH Aachen im Verlauf ihres Vorbereitungssemesters zum Praxissemester aufzuklären. Dabei soll insbesondere die Bedeutung des im Test verwendeten physikalischen Themenfelds untersucht werden. Die befragten Studierenden nehmen innerhalb des Mastersemesters an insgesamt zwei physikdidaktischen Veranstaltungen in Form von Seminaren teil. Ein Seminar thematisiert die Planung von Physikunterricht während das andere Seminar, neben Theorieimpulsen zu unterschiedlichen physikdidaktischen Wissensfacetten, den Schuleinsatz eines von den Studierenden weiterentwickelten Stationlernens zu einfachen Stromkreisen in den Fokus stellt. Dabei wird das physikalische Themenfeld Mechanik in beiden Seminaren nicht explizit aufgegriffen, der Fokus liegt jeweils auf Elektrizitätslehre.

Der physikdidaktische Wissensstand der Studierenden wird dabei unter Nutzung des Kompetenztests aus dem Projekt ProfiLe-P/ P+ (vgl. Riese, Gramzow & Reinhold, 2017) erhoben. Um die Bedeutung der fachlichen Themenbereiche bei der Messung bestimmter Facetten des fachdidaktischen Wissens zu untersuchen, wurden dem vorliegenden Test weitere Items hinzugefügt, die ausgehend von den bereits vorhandenen Items in Mechanik strukturgleich bzgl. der Grundidee und der Verortung im Itementwicklungsmodell (hinsichtlich fachdidaktischer Facetten, kognitiver Anforderungsstufen, Itemanzahl) für die Themenfelder Elektrizitätslehre und Optik entwickelt wurden (vgl. Joswig & Riese, 2018). Der Einsatz dieses Instruments mit allen drei physikalischen Themenfeldern erfolgte in einem Prä-Post-Studiendesign. Insgesamt konnten bislang 24 Physiklehramtsstudierende zu jeweils zwei Testzeitpunkten im Vorbereitungssemester des WS 2017/2018 und des WS 2018/2019 befragt werden.

Zur Identifikation von Veränderungsgründen im Testverhalten wurden qualitative Einzelinterviews mit jedem dieser Studierenden im Anschluss an die Post-Befragung geführt. Die Interviews hatten einen zeitlichen Rahmen von 60 bis 90 Minuten. Die Interviewtranskripte werden mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Hierzu wurde bereits ein Kategoriensystem entwickelt und erprobt, welches sowohl deduktive als auch induktive Kategorien enthält.

### Erste Ergebnisse und Ausblick

Zunächst wurden alle ausgefüllten Prä- und Posttesthefte der 24 Physiklehramtsstudierenden kodiert. Die daraus resultierenden Summenscores für den Gesamttest sowie für die Testteile hinsichtlich des physikalischen Themenfelds sind in Tab.1 zu finden.

Tab. 1: Ergebnisse des zweiseitigen t-Tests oder Wilcoxon-Tests für die Veränderung (Prä-Post) des Gesamtscores und der Teilscores in den drei Themenfeldern

Zweiseitiger t-Test, Wilcoxon-Test (Optik)				
	Differenz Mittelwert	Sd	sig (2-seitig)	d  Cohen's d
Gesamtscore (N=22)	+ 2.16	4.56	0.037	0.47
Mechanik (N=24)	- 0.23	3.06	0.717	0.08
Optik (N=23)	+ 0.76	2.76	0.304	0.28
E-Lehre (N=22)	+ 1.43	3.30	0.054	0.43

Aus diesen Werten ist erkennbar, dass ein signifikanter Zuwachs im Gesamtscore ( $p=0.037$ ) mit mittlerer Effektstärke vorliegt. Dieses Ergebnis lässt die Vermutung zu, dass die Studierenden im Verlauf ihres Vorbereitungssemesters und der damit verbundenen Teilnahme an den zwei physikdidaktischen Seminaren ihr physikdidaktisches Wissen positiv erweitern. Darüber hinaus kann der Tab. 1 entnommen werden, dass tendenziell ein leichter Zuwachs im Score zum Themenfeld Elektrizitätslehre, jedoch nicht zum Themenfeld Mechanik vorliegt. Dies könnte damit in Zusammenhang stehen, dass das Themenfeld Mechanik nicht mehr explizit im Vorbereitungssemester thematisiert wurde, hingegen der Bereich Elektrizitätslehre im Besonderen betrachtet wurde. Es lässt sich auf Grundlage dieser ersten Ergebnisse vermuten, dass die Wahl des physikalischen Themenfelds bei der Messung physikdidaktischen Wissens von Bedeutung ist und innerhalb der Themenfelder unterschiedliche Entwicklungsverläufe angenommen werden können.

Um genauere Informationen zu Ursachen für Veränderungen im Testverhalten zu erhalten, wurden zunächst die insgesamt 24 audioaufgezeichneten Einzelinterviews transkribiert. Die Analyse der Daten erfolgt mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse in Anlehnung an Mayring (2015). Hierzu wurde ein dreistufiges Kategoriensystem mit sowohl deduktiven als auch induktiven Kategorien entwickelt. Das Kategoriensystem wurde in einem ersten Schritt mit Hilfe eines Interratings von zwei unabhängigen Personen geprüft ( $\kappa_{\text{Brennan/Prediger}}=0.69$ ) und soll demnächst durch ein Intrarating weiter erprobt werden. In den Oberkategorien des Kategoriensystems werden unter anderem verschiedene Gründe für Veränderungen im Antwortverhalten aufgegriffen. Zu diesen zählen neben möglichen Wiederholungseffekten oder Lerneffekten der Testung (vgl. z.B. Thoma & Köller, 2018), auch erfolgreich genutzte Lerngelegenheiten am Lernort Schule, Universität oder im Alltag. Erste Einblicke in die Interviewtranskripte zeigen, dass die im Vorbereitungssemester absolvierten physikdidaktischen Seminare, Veränderungen im Antwortverhalten bewirken, jedoch auch testspezifische und personenspezifische Aspekte Einfluss auf gegebene Antworten sowie Antwortveränderungen nehmen.

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

### Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520
- Borowski, A., Neuhaus, B. J., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., Leutner, D., Sandmann, A. & Sumfleth, E. (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 341–349
- Chan, K. K. H., Rollnick, M. & Gess-Newsome, J. (2019). A Grand Rubric for Measuring Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. In A. Hume, R. Cooper, A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Singapore: Springer, 251-270
- Joswig, A. & Riese, J. (2018). Die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens im Lehramtsstudium Physik. In C. Maurer (Hrsg.), *Qualitätsvoller Chemie - und Physikunterricht – normative und empirische Dimensionen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Regensburg 2017, 707-710
- Kröger, J., Neumann, K. & Petersen, S. (2013). Messung professioneller Kompetenz im Fach Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen*. Kiel: IPN, 533-535
- Mavhunga, E. & Rollnick, M. (2013). Improving PCK of Chemical Equilibrium in Pre-service Teachers. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 17 (1-2), 113-125
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag
- Olszewski, J. (2010). The impact of physics teachers' Pedagogical content knowledge on teacher action and student outcomes. Berlin: Logos Verlag
- 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 (3), 261-284
- Reinhold, P., Riese, J. & Gramzow, Y. (2017). *Fachdidaktisches Wissen im Lehramtsstudium Physik*. Berlin: Logos Verlag
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H., Gramzow, Y., Reinhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. In Blömeke, S. & Zlatkin - Troitschanskaia, O. (Hrsg.), *Kompetenzen von Studierenden: 61. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik*, Weinheim: Beltz, 55 - 79
- Riese, J., Gramzow, Y. & Reinhold, P. (2017). Das fachdidaktische Wissen von Anfängern und Fortgeschrittenen im Lehramtsstudiengang Physik. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 99-112. DOI 10.1007/s40573-017-0059-2
- Schlödl, A. & Göhring, A. (2015). Fachspezifische Lehrerkompetenzen (FALKO) – Teilprojekt Physik. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Wuppertal*
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. In *Educational Researcher* 15 (4), 4–14
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhaus, B.J., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H., Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, 18, 7–28
- Thoma, G-B. & Köller, O. (2018). Test-wiseness: ein unterschätztes Konstrukt? Empirische Befunde zur Überprüfung und Erlernbarkeit von testwiseness. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 8 (1), 63-80. DOI: 10.1007/s35834-018-0204-0