

Patrick Enkrott¹
 David Buschhüter¹
 Christian Spoden²
 Hans E. Fischer³
 Andreas Borowski¹

¹Universität Potsdam
²Deutsches Institut für
 Erwachsenenbildung
³Universität Duisburg-Essen

Entwicklung des fachlichen- und fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte

Gemeinsam mit dem fachdidaktischen Wissen stellt das Fachwissen eine zentrale Komponente des Professionswissens von Physiklehrkräften dar (Baumert & Kunter, 2010; Deng 2007). Das Refined Consensus Modell of Pedagogical Content Knowledge (RCM of PCK) (Hume, Cooper, & Borowski, 2019) fügt diese Komponenten zu einem schlüssigen Gesamtbild zusammen. Überträgt man dieses Modell in den deutschsprachigen Raum, wird deutlich, dass sowohl fachliches- als auch fachdidaktisches Wissen für das Reflektieren und Planen des Unterrichts sowie für das unterrichtliche Handeln selbst als bedeutsam angesehen werden können (Kulgemeyer, 2016). Unklar bleibt jedoch wie sich fachliches- und fachdidaktisches Wissen im Laufe der universitären Lehramtsausbildung in der Physik entwickeln. Bisher liegen in diesem Bereich nur Quasilängsschnitte vor. Längsschnittliche Untersuchungen fehlen hingegen zumeist (Grangeat, 2016; Sorge, Kröger, Petersen, & Neumann, 2017; Vogelsang & Woitkowski, 2017; Woitkowski, 2015). Eine Einsicht in Entwicklungsverläufe des Fachwissens von Studierenden würde es ermöglichen, fachdidaktische und fachliche Veranstaltungen inhaltlich adäquat aufeinander zu beziehen, wird doch gerade das Fachwissen als notwendige Voraussetzung für den Erwerb fachdidaktischen Wissens angesehen (Baumert & Kunter, 2006; Friedrichsen et al., 2008). Dazu ist es notwendig die Entwicklung und den Zusammenhang zwischen fachlichem- und fachdidaktischem Wissen differenziert zu betrachten (Riese et al., 2015; Woitkowski, 2015). Insbesondere wird das Fachwissen in dieser Studie als dreidimensionales Konstrukt aufgefasst und orientiert sich damit an der ProfiLe-P Studie und den Vorarbeiten von Riese (2009). Das Fachwissen wird dementsprechend in die Facetten des Schulwissens (SW), vertieften Schulwissens (VSW) und universitären Wissens (UW) unterteilt (Enkrott et al. 2019; Gigl et al. 2015). In diesem Rahmen beschreibt das Schulwissen jenes Wissen, das ein explizierter Teil der unterschiedlichen Schulcurricula ist. So zeichnet sich das UW insbesondere dadurch aus, dass die verwendeten mathematischen und/oder physikalischen Inhalte bzw. Methoden eher der universitären Bildung zuzuordnen sind. Sowohl die Notwendigkeit zur Nutzung von Differentialgleichungen (eher universitäre Mathematik) in der newtonschen Dynamik (zunächst schulische Physik) als auch der Bernoulli-Gleichung (eher universitäre Physik) würden zur Zuordnung einer Aufgabe zum UW führen, auch wenn bei letzterem keine fortgeschrittene Mathematik angewandt werden müsste. Das vertiefte Schulwissen als theoretisch definierte Facette des Fachwissens lässt sich hingegen nicht über seinen Inhalt beschreiben, sondern über operationsbezogene Fähigkeiten. So beinhaltet es 1. den sicheren Umgang mit Modellgrenzen, 2. das Erkennen von Herleitungs- und Lösungsansätzen, sowie 3. das Identifizieren von Gemeinsamkeiten und Unterschieden physikalischer Entitäten (Enkrott et al. 2018; Gigl et al. 2015). Es ist kein expliziter Teil der universitären Ausbildung.

Forschungsfragen

Aus diesem Zusammenhang ergeben sich folgende Forschungsfragen:

1. Wie entwickelt sich das Fachwissen angehender Physiklehrkräfte über das Studium in den postulierten Facetten (SW, VSW, UW)?
2. Wie entwickelt sich das fachdidaktische Wissen angehender Physiklehrkräfte über das Studium?
3. Welche Zusammenhänge bestehen zwischen fachlichem und fachdidaktischem Wissen?

Methode

Zur Erhebung des fachlichen- und fachdidaktischen Wissens wurden schriftliche Leistungstest verwendet und weiterentwickelt, die aus einer früheren Phase des Profile-P+ Projekts stammen (Riese et al., 2015, Vogelsang et al., 2019). Der Fachwissenstest besteht aus 45 Items und ist für eine Bearbeitungszeit von 50 Minuten konzipiert. Der Fachdidaktiktest besteht aus 43 Items und ist für eine Bearbeitungszeit von 65 Minuten ausgelegt. Zusätzlich wurden mit beiden Instrumenten demografische Variablen wie belegte Kurse und schulische Vorbildung erhoben. Beide Instrumente wurden längsschnittlich im Bachelorstudium zum ersten, dritten und fünften Semester an elf Hochschulen eingesetzt. Zusätzlich wurde im Masterstudium vor und nach dem Praxissemester an vier Hochschulen erhoben. Das mittlere Alter der Probanden zum ersten Semester beträgt 20.79 Jahre ($SD = 3.79$) und 69% der Stichprobe sind männlich. Zur Analyse der Daten wurde das Verfahren nach Hartig und Kühnbach (2006) verwendet. Dabei werden Plausible Values (Wu, 2005) auf Basis eines mehrdimensionalen Rasch-Modells geschätzt, um die Veränderung der Personfähigkeiten im Längsschnitt abbilden zu können. Die EAP-PV-Reliabilitäten liegen für beide Tests (Fachwissen und Fachdidaktik) mit $rel_{EAP-PV} = .65$ bis $rel_{EAP-PV} = .85$ für alle Zeitpunkte und Facetten im akzeptablen bis sehr guten Bereich.

Ergebnisse

Im Bachelorstudium sind insbesondere vom ersten bis zum dritten Semester große Zuwächse mit ausgeprägten Effektstärken über $d > 1$ zu verzeichnen (Abb. 1). In der zweiten Hälfte des Bachelorstudiums ist lediglich der Zuwachs des vertieften Schulwissens nicht ausgeprägt ($d = 0.98$ (SW), $d = 0.96$ (UW), $d = 0.16$ (VSW)). In der zweiten Stichprobe (Masterstudium) können über das Praxissemester ebenfalls deutliche Veränderungen verzeichnet werden, wobei die Effektstärken zwischen $d = 0.69$ und 0.84 ausfallen.

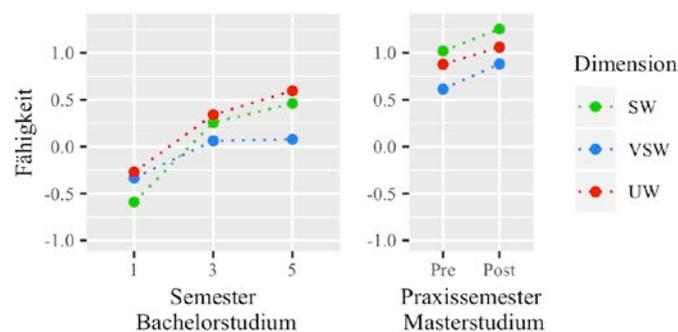


Abb.1, Fachwissensentwicklung Bachelor- $N = 138$ (links) und Masterstudium $N = 80$ (rechts)

Ein ähnliches Bild ergibt sich für das fachdidaktische Wissen, das zu jedem Messzeitpunkt große Zuwächse verzeichnet (Abb. 2). Die Effektstärken liegen zu allen Messzeitpunkten ebenfalls im hohen Bereich $d > 1$.

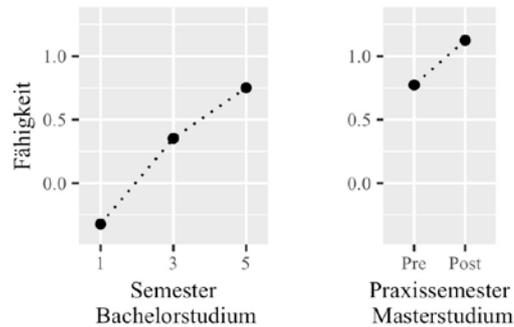


Abb. 1, Entwicklung fachdidaktisches Wissen im Bachelor- $N = 77$ (links) und Masterstudium $N = 63$ (rechts)

Die um die jeweiligen Reliabilitäten korrigierten Korrelationen zwischen beiden Konstrukten liegen zu allen Messzeitpunkten mit $r = .27$ bis $r = .71$ im mittleren bis großen Bereich. Insbesondere die Korrelationen zwischen der Facette des Schulwissens und dem fachdidaktischen Wissen fallen sehr hoch aus (Tab. 1).

	Bachelorstudium			Master Praxissemester	
	1. Semester	3. Semester	5. Semester	Pre	Post
SW	.54	.64	.71	.72	.65
VSW	.34	.60	.56	.44	.60
UW	.52	.56	.63	.27	.58

Tab.1, Korrelationen zwischen fachlichem- und fachdidaktischem Wissen ($N = 55$)

Diskussion

Zu allen Messzeitpunkten zeigen sich, mit Ausnahme des vertieften Schulwissens zum fünften Semester, deutliche Veränderungen des fachlichen- und fachdidaktischen Wissens. Eine mögliche Interpretation dessen ist, dass universitäre Fachwissensveranstaltungen im Bachelorstudium nicht nur universitäres Fachwissen fördern. Dies ist insbesondere bemerkenswert, da es wahrscheinlich keine expliziten Lerngelegenheiten für das vertiefte Schulwissen gibt, was ebenfalls den Stillstand zum fünften Semester erklären würde. Hierbei ist zu beachten, dass für die Berechnung der Zuwächse im fachlichen Wissen insbesondere für den dritten Messzeitpunkt aufgrund der hohen Stichprobenmortalität eine größere Anzahl an Fähigkeiten nicht aus den Testdaten, sondern vielmehr modellbasiert geschätzt wurde. Die großen Zuwächse im fachdidaktischen Wissen vom ersten bis zum dritten Semester, auch ohne Teilnahme an fachdidaktischen Veranstaltungen ist wissenschaftlich interessant und sollte in Folgestudien genauer untersucht werden. Während des Praxissemesters ist ebenfalls ein Zuwachs in allen Bereichen zu verzeichnen. Dies könnte auf die Nutzung des fachlichen- und fachdidaktischen Wissens während des Praxissemesters hindeuten. Die Zuwächse betonen damit die Bedeutung beider Komponenten des Professionswissens in der Unterrichtssituation. Der stabile Zusammenhang zwischen fachlichem und fachdidaktischem Wissen weist darauf hin, dass sich beide Komponenten über die Dauer des Studiums abhängig voneinander entwickeln.

Literatur

- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Friedrichsen, P. J., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkman, M. J. (2008). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357–383. <https://doi.org/10.1002/tea.20283>
- Grangeat, M. (2016). *Understanding Science Teachers' Professional Knowledge Growth*. Retrieved from <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4188243>
- Gigl, F., Zander, S., Buchwald, F., Borowski, A. & Fischer, H. E. (2016). Erfassung des Fachwissens von Lehramtsstudierenden der Physik. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik*. (S. 184-186). Regensburg: Universität Regensburg.
- Enkrott, P., Buschhüter, D., Fischer, H. E., & Borowski, A. (2019). Modellierung und Entwicklung von Fachwissen angehender Physiklehrkräfte. In *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018* (Bd. 39, S. 349). Universität Regensburg Regensburg: Christian Maurer.
- Hartig, J., & Kühnbach, O. (2006). Schätzung von Veränderung mit „plausible values“ in mehrdimensionalen Rasch-Modellen. In A. Ittel & H. Merckens (Hrsg.), *Veränderungsmessung und Längsschnittstudien in der empirischen Erziehungswissenschaft* (S. 27–44). https://doi.org/10.1007/978-3-531-90502-0_3
- Hume, A., Cooper, R., & Borowski, A. (Eds.). (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Kulgemeyer, C. (2016). *Physik erklären*. Seelze: Friedrich.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Logos Verlag, Berlin.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gramzow, Y., ... Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. *Zeitschrift Für Pädagogik, Beiheft 61*, 55–79.
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2017). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1346326>
- Vogelsang, C., & Woitkowski, D. (2017). *Physikdidaktische Forschung in der Hochschule. Eine Übersicht über Forschungsdesigns und -methoden*. 21.
- Vogelsang, C., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Kempin, M., Kulgemeyer, C., ... Schröder, J. (2019). Entwicklung von Professionswissen und Unterrichtsperformanz im Lehramtsstudium Physik – Analysen zu valider Testwertinterpretation. *Zeitschrift für Pädagogik*, 65(4), 473–491. <https://doi.org/10.3262/ZP1904473>
- Woitkowski, D. (2015). *Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung: Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*. Berlin: Logos-Verl.
- Wu, M. (2005). The role of plausible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31(2–3), 114–128. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.005>