

Die Entwicklung physikdidaktischen Wissens im Längsschnitt

Ausgangslage und Theoretischer Hintergrund

Ein Ziel des Lehramtsstudiums besteht in der Vermittlung von professioneller Kompetenz. Als kognitive Komponente wird das Professionswissen dabei häufig in die Bereiche Fachwissen (FW), fachdidaktisches Wissen (FDW) und pädagogisches Wissen (PW) unterteilt (Baumert & Kunter, 2006), was sich auch in der Struktur typischer Studienbereiche in Lehramtsstudiengängen widerspiegelt. Speziell das FDW beinhaltet dabei fachbezogenes Wissen zur adressatengerechten Aufbereitung und Strukturierung von Unterrichtsinhalten. Im Fach Physik wird dabei häufig Wissen über Schülerkonzeptionen und Instruktionsstrategien sowie Wissen zum Umgang mit Experimenten als wesentlich aufgefasst (vgl. z. B. Gramzow et al., 2013). Zur Erfassung physikdidaktischen Wissens wurden in den letzten Jahren einige schriftliche Kompetenz- bzw. Wissenstests entwickelt, beispielsweise in den Projekten KiL (Kröger, Neumann & Pertersen, 2013), ProfiLe-P (Riese et al., 2015), ProwiN (Tepner et al., 2012) oder QuiP (Olszewski, 2010). Ungeachtet unterschiedlicher Modellierungen und Operationalisierungen liegen studienübergreifend dennoch grundlegende Hinweise zur empirischen Trennbarkeit des FDW von anderen Bereichen des Professionswissens und zu Prädiktoren der Entwicklung des FDW (z. B. das FW, der zeitliche Umfang erfolgreich abgeschlossener fachdidaktischer Lehrveranstaltungen, allgemeine kognitive Fähigkeiten) im Studienverlauf vor (vgl. z. B. Schiering et al., 2021; Riese & Reinhold, 2012). Es mangelt jedoch nach wie vor an Leistungsmessungen in Längsschnittstudien über mehrere Semester, die belastbare Aussagen über die Wirksamkeit unterschiedlicher Phasen des Lehramtsstudiums ermöglichen. Bisherige Längsschnittstudien fokussieren meist auf ausgewählte Studienabschnitte und haben mit hohen Drop-Out Raten zu kämpfen (z. B. Schiering, Sorge & Neumann, 2021).

Fragestellung

Vor diesem Hintergrund wurde im Verbundprojekt ProfiLe-P+ (Vogelsang et al. 2019) u. a. die Entwicklung des physikdidaktischen Wissens im Längsschnitt in mehreren Studienphasen untersucht. Dabei wird insbesondere analysiert, inwieweit der Wissenszuwachs innerhalb einer Studienphase je nach Vorwissen eingangs der Studienphase unterschiedlich ausfällt. Konkret werden folgende Forschungsfragen betrachtet:

FF1: *Wie entwickelt sich das FDW von Physiklehramtsstudierenden im Verlauf des Bachelorstudiums sowie über das Praxissemester im Masterstudium?*

FF2: *Wie unterscheidet sich der Wissenszuwachs innerhalb einer Studienphase je nach Vorwissen zu Beginn dieser Studienphase?*

Methode

Die Untersuchung der Forschungsfragen erfolgt an zwei unterschiedlichen Längsschnittkohorten. Zum einen wurde das FDW von Bachelorstudierenden des Lehramts Physik zu drei Messzeitpunkten im Abstand von jeweils einem Studienjahr an 12 Hochschulen in Deutschland und Österreich erhoben. Zusätzlich wurden Leistungstests zur Erhebung des

FW (Enkrott et al., 2020) und des PW (Kurzversion von Seifert, Hilligus & Schaper, 2009; vgl. Riese & Reinhold, 2012) eingesetzt sowie Kontrollvariablen und Daten zum Studienverlauf erfasst. Zum anderen wurden Masterstudierende im Lehramt Physik vor und nach einem ca. fünfmonatigen Praxissemester an vier Hochschulen befragt. Insgesamt liegen Daten von N=846 Befragungen vor, wobei über das erste Studienjahr im Bachelor Daten von 109 Studierenden und über das zweite Studienjahr Daten von 45 Studierenden im Längsschnitt vorliegen. Über das Praxissemester im ersten Studienjahr im Master liegen Daten von 69 Lehramtsstudierenden im Längsschnitt vor.

Das physikdidaktische Wissen wurde mit einem Leistungstest erfasst, der vier empirisch trennbaren Facetten (Schülvorstellungen, Instruktionsstrategien, Umgang mit Experimenten, fachdidaktische Konzepte) sowie drei unterschiedliche Stufen kognitiver Anforderung (Reproduzieren, Anwenden, Analysieren) unterscheidet und im Vorgängerprojekt Profile-P entwickelt wurde (Riese et al., 2015). Der Test umfasst insgesamt 23 offene und 20 geschlossene Items bei einer Bearbeitungszeit von 65 min. Die Validität wurde unter anderem durch Expertenbefragungen zur curricularen Validität, Think-Aloud-Studien, Rasch-Analysen sowie durch die Analyse nomologischer Netze untersucht (vgl. Riese, Gramzow & Reinhold, 2017). Die Reliabilität der Gesamtskala beträgt $\alpha = 0,84$. Die folgende Abbildung 1 veranschaulicht ein Beispielitem des verwendeten Tests.

Ein Schüler äußert folgende Aussage:
„Bei einer Bewegung im Kreis wirkt die Zentrifugalkraft entgegen der Zentripetalkraft und deswegen bleibt der Körper auf der Kreisbahn. Für beide Kräfte sind die Formeln bis auf das Vorzeichen gleich.“
Man kann die Schüleraussage dann gut verstehen, wenn man dem Schüler unterstellt, dass er die Kreisbewegung aufgrund der konstanten Bahngeschwindigkeit nicht als beschleunigte Bewegung zum Kreismittelpunkt versteht. Außerdem weiß er aufgrund seiner Alltagserfahrung, dass im beschleunigten Bezugssystem auf den Körper immer eine Kraft nach außen wirkt.
Sie gehen als Lehrkraft auf diese falsche Aussage ein und wollen bei dem Schüler einen kognitiven Konflikt herbeiführen.
Wie würden Sie unter dieser Prämisse auf die Schüleraussage reagieren? Formulieren Sie in Stichworten.

Abb. 1: Beispielitem zum FDW aus der Kategorie „Instruktionsstrategien – Anwenden“

Ergebnisse

Insgesamt zeigen sich in allen betrachteten Studienphasen signifikante Zuwächse (jeweils $p < 0,001$) für das FDW (FF1). In den ersten beiden Studienjahren im Bachelorstudiengang können Zuwächse mit hoher Effektstärke ($d = 1,05$ bzw. $0,86$) beobachtet werden, während sich über das Praxissemester mittlere Effekte ($d = 0,44$) für den Zuwachs zeigen. Auffällig ist jedoch, dass der Wissenszuwachs für Personen mit geringem Vorwissen (bei der Befragung zum jeweils ersten Messzeitpunkt) stets größer ist als bei Personen mit hohem Vorwissen, wie die Abbildungen 2 und 3 veranschaulichen (FF2). Während für das schwächste Drittel der Studierenden (bezogen auf die gezeigte Leistung zum jeweils ersten Messzeitpunkt) stets Zuwächse mit großer Effektstärke zu beobachten sind, können für das mittlere Drittel nur im Bachelor Zuwächse mit großer Effektstärke beobachtet werden. Über das Praxissemester zeigt das mittlere Drittel nur noch Zuwächse mit mittlerer Effektstärke. Für das, bezogen auf die

gezeigte Leistung zum jeweils ersten Messzeitpunkt, leistungsstärkste Drittel der Studierenden sind im Bachelor nur Zuwächse mit Effektstärken im mittleren Bereich festzustellen, während über das Praxissemester der Umfang des FDW stagniert. Dabei sprechen die Daten nicht für einen Deckeneffekt, da auch die Gruppe der leistungsstärksten Studierenden die potentielle Punktzahl im Mittel nur zu etwa 60% ausschöpft.

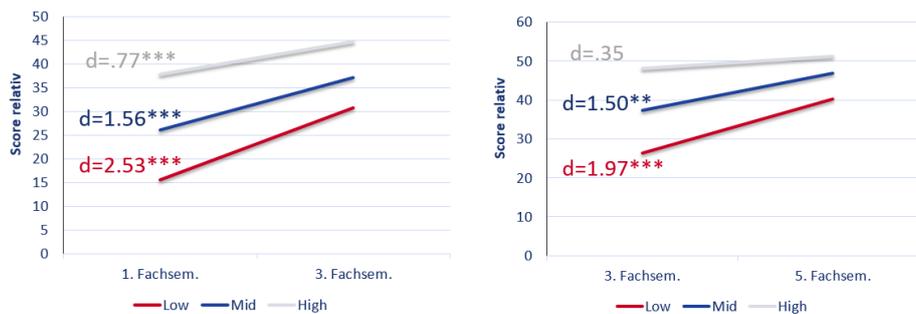


Abb. 2: Zuwachs im physikdidaktischen Wissen über das erste (linke Grafik) bzw. zweite (rechte Grafik) Studienjahr im Bachelorstudium für Studierende aufgeteilt nach Leistungsgruppen bezogen auf die gezeigte Leistung zu Beginn des jeweiligen Längsschnitts

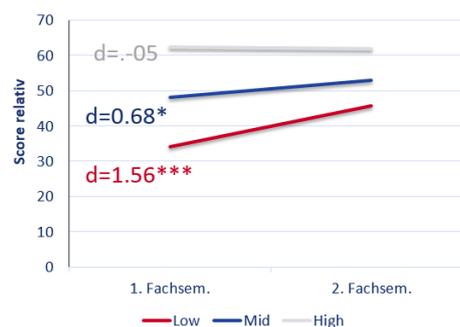


Abb. 3: Zuwachs im physikdidaktischen Wissen über das Praxissemester im erste Master-Studienjahr für Studierende aufgeteilt nach Leistungsgruppen bezogen auf die gezeigte Leistung zu Beginn des Praxissemesters

Entgegen dem häufig zu beobachtenden „Matthäus-Effekt“ (vgl. z. B. Bos et al., 2003), wie er auch für das in ProfiLe-P+ erhobene FW beobachtet werden konnte (Enkrott et al., 2020), scheint sich die Leistungsschere für das FDW im Lehramtsstudium tendenziell zu schließen, was insbesondere aus geringen Zuwächsen bei leistungsstarken Studierenden resultiert. Die Ursache scheint nicht in einem Deckeneffekt zu liegen, zumal alle Aufgaben des verwendeten Testinstruments umfassend curricular validiert wurden (vgl. Gramzow, 2015) und damit potentiell bearbeitbar sein sollten. Da die Effekte relativ stabil zu sein scheinen, sollte überprüft werden, ob die fachdidaktischen Studienteilen nicht weiterführende oder differenzierende Lerngelegenheiten für leistungsstarke Studierende vorsehen sollten.

Literatur

- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Bos, W., Lankes E.M., Prenzel, M., Schwippert, K., Walther, G., Valtin, R. (Hrsg.) (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Enkrott, P., Buschhüter, D., Spoden, C., Fischer, H., & Borowski, A. (2020). Entwicklung des fachlichen- und fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. (S. 431-434). Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Gramzow, Y. (2015): *Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion*. Berlin: Logos Verlag.
- Gramzow, Y., Riese, J. & Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.
- Kröger, J., Neumann, K., & Petersen, S. (2013). Messung professioneller Kompetenz im Fach Physik. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen*. (S. 533-535). Kiel: IPN.
- Olszewski, J. (2010). *The impact of physics teachers' Pedagogical content knowledge on teacher action and student outcomes*. Berlin: Logos
- Riese, J., Gramzow, Y., & Reinhold, P. (2017). Die Messung fachdidaktischen Wissens bei Anfängern und Fortgeschrittenen im Lehramtsstudiengang Physik. *ZfDN*, 23, 99-112.
- Riese, J., Kulgemeyer, C., Zander, S., Borowski, A., Fischer, H. E., Gramzow, Y., Reinhold, P., Schecker, H. & Tomczyszyn, E. (2015). Modellierung und Messung des Professionswissens in der Lehramtsausbildung Physik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 61, 55-79.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15, 111–143.
- Schiering, D., Sorge, S. & Neumann, K. (2021). Hilft viel viel? Der Einfluss von Studienstrukturen auf das Professionswissen angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24, 545–570. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01003-w>
- Seifert, A., Hilligus, A. H., & Schaper, N. (2009). Entwicklung und psychometrische Überprüfung eines Messinstruments zur Erfassung pädagogischer Kompetenzen in der universitären Lehrerbildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 2(1), 82-103
- 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*, 18, 7–28
- Vogelsang, C., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Kempin, M., Kulgemeyer, C., Reinhold, P., Riese, J., Schecker, H. & Schröder, J. (2019). Entwicklung von Professionswissen und Unterrichtsperformanz im Lehramtsstudium Physik – Analysen zu valider Testwertinterpretation. *Zeitschrift für Pädagogik*, 65 (4), 473-491.