

Rike Große-Heilmann¹
 Jan-Philipp Burde²
 Josef Riese¹
 Thomas Schubatzky³
 David Weiler²

¹RWTH Aachen
²Universität Tübingen
³Universität Innsbruck

Erwerb und Messung fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien

Die zunehmende Bedeutung digitaler Medien für den Fachunterricht erfordert entsprechende fachdidaktische Lerngelegenheiten zum Einsatz digitaler Medien in der Lehramtsausbildung (SWK, 2022). Um auch der Frage der Lernwirksamkeit solcher Lerngelegenheiten zu begegnen, ist die Evaluation dieser hinsichtlich (fachdidaktischer) digitaler Kompetenzen wünschenswert. Dazu wurden angehende Lehrkräfte bislang häufig mit Selbsteinschätzungen befragt (Wang, Schmidt-Crawford & Jin, 2018), die in ihrer Validität jedoch eingeschränkt sind. Im Verbundprojekt *DiKoLeP* der Universitäten in Aachen, Graz und Tübingen (Schubatzky et al., 2022) wird der o.g. Frage nach der Lernwirksamkeit nachgegangen, indem ein übergreifendes Lehrkonzept zur Förderung fachdidaktischer digitaler Kompetenzen entwickelt, implementiert und standortübergreifend evaluiert wird. Das Lehrkonzept besteht dabei aus gemeinsam abgestimmten Kerninhalten (lernpsychologische Grundlagen zum Medieneinsatz sowie Designprinzipien, Einsatzmöglichkeiten und empirische Befunde zu physikspezifischen oder -typischen Medien wie digitalen Messwerterfassungssystemen, Simulationen und Erklärvideos) und standortspezifischen praktischen Anteilen (Schülerprobung in Aachen und Micro-Teachings in Graz und Tübingen). Das hier beschriebene Teilprojekt beschäftigt sich mit der Untersuchung des Erwerbs des fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien über die Seminare der drei Standorte, wozu ein fachdidaktischer Leistungstest neu entwickelt und hinsichtlich der Validität überprüft wurde (Große-Heilmann et al., 2022a). Davon ausgehend werden lernwirksame Elemente des Lehrkonzepts identifiziert, die zu einer Verbesserung im gemessenen fachdidaktischen Wissen zum Einsatz digitaler Medien geführt haben.

Theoretischer Hintergrund

Fachdidaktisches Wissen (FDW) stellt als Teil der Professionellen Handlungskompetenz angehender Lehrkräfte (Baumert & Kunter, 2006) ein relevantes Konstrukt in der Lehrerbildungsforschung dar. Für das Fach Physik wurde das FDW bereits in verschiedenen naturwissenschaftsdidaktischen Projekten beforscht, modelliert und operationalisiert (KiL: Kröger, Neumann & Petersen, 2015; ProwiN: Tepner et al., 2015; Profile-P: Riese, Gramzow & Reinhold, 2017). Als Synthese verschiedener Strukturierungen unterscheidet das Modell zum FDW in Physik nach Gramzow, Riese & Reinhold (2013) acht fachdidaktische Facetten, von denen vier bereits operationalisiert wurden (Riese et al., 2017). Für die Facette (*Digitale Medien*) liegt bisher kein proximales Messverfahren vor. Sie beinhaltet Wissen über Möglichkeiten und Anforderungen fachspezifischer Medien sowie über die angemessene inhaltspezifische Nutzung von digitalen Medien im Physikunterricht (Gramzow et al., 2013) und ähnelt damit dem zentralen Wissensbereich TPCK des TPACK-Modells (Mishra & Koehler, 2006), welches jedoch fachunabhängig formuliert ist. Mit dem Orientierungsrahmen *DiKoLAN* (Becker et al., 2020) liegt aktuell eine naturwissenschaftsspezifische Modellierung

digitaler Kompetenzen vor, welche für die physikspezifische Beschreibung, Untersuchung und Förderung von FDW zum Einsatz digitaler Medien von Relevanz ist.

Ziele und Forschungsfragen

Das vorgestellte Projekt zielt auf die Evaluation physikdidaktischer Seminare zum Einsatz digitaler Medien im Verbundprojekt DiKoLeP ab, wobei in diesem Beitrag das Ausmaß und die Ursachen der Veränderung des FDW zum Einsatz digitaler Medien fokussiert werden. Dazu wird im Teilprojekt ein proximales Messverfahren zur Untersuchung der Entwicklung dieses Wissens in Form eines fachdidaktischen Leistungstests entwickelt, um Validitätsprobleme von Selbsteinschätzungen in diesem Bereich zu überwinden. Aufbauend auf der Untersuchung des Wissenserwerbs über die Seminare sollen lernförderliche und lernhinderliche Elemente des Lehrkonzepts identifiziert und somit Gestaltungswissen für Lerngelegenheiten zu digitalen Medien im Physikunterricht gewonnen werden.

Die erste Forschungsfrage widmet sich zunächst der Validierung des im Projekt entwickelten Testinstruments zur Messung des FDW zum Einsatz digitaler Medien:

- FF1: Inwiefern lässt sich das physikdidaktische Wissen zum Einsatz digitaler Medien mithilfe des entwickelten Testinstruments valide messen?

Die zweite Forschungsfrage adressiert die Untersuchung des Wissenserwerbs in den physikdidaktischen Seminaren im Verbundprojekt mithilfe des entwickelten Leistungstests:

- FF2: Inwieweit verändert sich das gemessene physikdidaktische Wissen zum Einsatz digitaler Medien über die Seminare der drei kooperierenden Standorte?

Die dritte Forschungsfrage fokussiert die Identifikation lernwirksamer Elemente des Lehrkonzepts unter Berücksichtigung der gemeinsamen sowie standortspezifischen Anteile:

- FF3: Welche Elemente des gemeinsamen Kerns bzw. der standortspezifischen Teile des Lehrkonzepts sind besonders lernförderlich bzw. eher lernhinderlich?

Methode

Zur Entwicklung des Testinstruments wurde die Facette Digitale Medien des FDW auf Basis von (fachspezifischer) Literatur zum Medieneinsatz (z.B. Girwidz, 2020; Mayer, 2009) sowie Strukturierungen zu digitalen Kompetenzen angehender Lehrkräfte (z.B. Becker et al., 2020) modelliert und somit ein Modell aus vier Kategorien erarbeitet (*Fachbezogene Grundlagen, Digitale Messwerterfassung, Simulationen und Erklärvideos*), welches die inhaltliche Grundlage zur Aufgabenerstellung darstellte (Große-Heilmann et al., 2021). In Anlehnung an das Vorgehen zur Aufgabenentwicklung im Projekt *Profile-P Transfer* (Jordans et al., 2022) sowie mit dem Ziel einer objektiven und zeitökonomischen Auswertung wurden 17 Mehrfachwahlaufgaben entwickelt. Der Test wurde 2021 mit $N=116$ Lehramtsstudierenden pilotiert und anschließend optimiert (ein Beispielitem ist z. B. in Große-Heilmann et al., 2022b zu finden). Zur Beantwortung von FF1 wurden in verschiedenen Teilstudien Aspekte der Konstruktvalidität nach Messick (1995) untersucht: (a) Think-Aloud-Studien zur kognitiven Validierung, (b) Vergleich verschiedener Raschmodelle zur strukturellen Validierung, (c) schriftliche Expert*innenbefragung zur curricularen Passung der Testaufgaben, (d) Befragung von Lehramtsstudierenden anderer Fächer zur diskriminanten Validierung sowie (e) Korrelationsanalysen zur Abgrenzung des FDW zum Einsatz digitaler Medien von den angrenzenden Wissensdomänen FDW in Physik (ohne digitale Medien) und Pädagogisches Wissen. Zur Untersuchung des Wissenserwerbs (FF2) wird das FDW zum Einsatz digitaler Medien im Pre-

Post-Design in den beteiligten Seminaren eingesetzt. Bislang wurden $N=35$ Pre-Post-Datensätze erhoben. Für die Identifikation wirksamer Seminarelemente im Rahmen von FF3 werden nach der schriftlichen Pre-Post-Befragung mit einem Teil der Studierenden retrospektive Leitfaden-Interviews geführt. Dabei werden Ursachen für Veränderungen in den Testantworten der Studierenden erkundet und auf Elemente des Lehrkonzepts bezogen. Bisher wurden $N=10$ Interviews (~60 Min. Dauer) geführt. Die Interviews werden nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018) ausgewertet. Im Studienjahr 2022/23 werden weitere Daten zu FF2 und FF3 im Verbundprojekt erhoben.

Ausgewählte Ergebnisse

Die Auswertung der Think-Aloud-Studien (FF1–a) deutet u.a. an, dass die Probanden erwartungskonform häufiger auf fachdidaktisches Wissen zur Beantwortung der Aufgaben zurückgreifen als auf fachliches Wissen oder Wissen aus früheren Schulerfahrungen. Der Vergleich eines eindimensionalen mit einem vierdimensionalen Raschmodell zur empirischen Untersuchung der angenommenen Modellstruktur (FF1–b) zeigt, dass das vierdimensionale Modell die Daten signifikant besser beschreibt. Das eindimensionale Modell weist jedoch ebenso gute Item- und Modellfit-Parameter sowie eine annehmbare EAP-Reliabilität von 0,73 auf. Weitere Ergebnisse zur Validierung (FF1–c-e) finden sich in Große-Heilmann et al. (2022a). Im Hinblick auf die Veränderung des FDW zum Einsatz digitaler Medien (FF2) zeigt sich ein signifikanter Wissenszuwachs über die Seminare mit mittlerer Effektstärke ($t(34)=2,553$; $p=0,015$; $d=0,43$). Die bisherige Auswertung von vier Interviews (FF3) deutet an, dass insbesondere die Auseinandersetzung mit Designprinzipien zum Multimedialen Lernen sowie der eigene Medieneinsatz in der Praxisphase lernförderlich sind und zu einer Verbesserung in den Testantworten führen. Vereinzelt scheint das Kennenlernen von Möglichkeiten einzelner Medien innerhalb des Seminars dazu zu führen, dass manche Distraktoren im Test weniger kritisch bewertet und demnach häufiger ausgewählt werden.

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Teilstudien zu FF1 liefern einige Hinweise auf die Inhalts- und Konstruktvalidität des optimierten Testinstruments, welches mit 14¹ Testaufgaben eine Bearbeitungsdauer von ca. 20-25 Minuten hat. Wenngleich das Format der geschlossenen Testaufgaben gewisse Einschränkungen aufweisen kann, scheint das entwickelte Testinstrument ein zeitökonomisches wie valides und reliables Messverfahren zur Untersuchung des FDW zum Einsatz digitaler Medien zu sein. Deshalb wird in Zukunft erkundet, inwiefern sich das entwickelte Testinstrument auf die Fächer Chemie und Biologie adaptieren lässt. Der gemessene Wissenszuwachs über die Seminare (FF2) deutet an, dass das übergreifende Lehrkonzept sich zur Förderung des FDW zum Einsatz digitaler Medien eignet. Mit einer vergrößerten Stichprobe durch weitere Erhebungen im Studienjahr 2022/23 wird die Veränderung des gemessenen FDW untersucht sowie vertiefter (z.B. im Hinblick auf mögliche Unterschiede in der Entwicklung verschiedener Leistungsgruppen) erkundet. Die bisherige Auswertung der Interviews zu FF3 gibt erste Hinweise darauf, dass im Seminar womöglich verstärkt das eigene Planen und Gestalten von Unterrichtsszenarien mit digitalen Medien sowie das kritische Reflektieren von Medieneinsätzen ermöglicht werden sollten.

¹ Im Rahmen der Pilotierung und Validierung wurden insgesamt drei der 17 erstellten Testaufgaben entfernt.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Becker, S., Bruckermann, T., Finger, A., Huwer, J., Kremser, E., Meier, M. et al. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften - DiKoLAN. In S. Becker, J. Meßinger-Koppelt & C. Thyssen (Hrsg.), *Digitale Basiskompetenzen. Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 14–43). Hamburg: Joachim Herz Stiftung.
- Girwidz, R. (2020). Multimedia und digitale Medien im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & H. E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik. Grundlagen* (4. Aufl., S. 457–527). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Gramzow, Y., Riese, J. & Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.
- Große-Heilmann, R., Riese, J., Burde, J. P., Schubatzky, T., & Weiler, D. (2022a). Fostering Pre-Service Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge Regarding Digital Media. *Education Sciences*, 12(7), 440. [www.doi.org/10.3390/educsci12070440](https://doi.org/10.3390/educsci12070440).
- Große-Heilmann, R., Burde, J. P., Riese, J., Schubatzky, T., & Weiler, D. (2022b). Messung fachdidaktischer digitaler Kompetenzen in Physik. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. GDPC virtuelle Jahrestagung 2021.
- Große-Heilmann, R., Riese, J., Burde, J.-P., Schubatzky, T. & Weiler, D. (2021). Erwerb und Messung physikdidaktischer Kompetenzen zum Einsatz digitaler Medien. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1, 171–178.
- Jordans, M., Zeller, J., Große-Heilmann, R. & Riese, J. (2022). Weiterentwicklung eines physikdidaktischen Tests zum Online-Assessment. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. GDPC virtuelle Jahrestagung 2021.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). Weinheim: Beltz Juventa.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (Second Edition). Cambridge: Cambridge university press.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741–749.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017–1054. [www.doi.org/10.1111/j.1467-620.2006.00684.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-620.2006.00684.x)
- Riese, J., Gramzow, Y. & Reinhold, P. (2017). Die Messung fachdidaktischen Wissens bei Anfängern und Fortgeschrittenen im Lehramtsstudiengang Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 99–112. [www.doi.org/10.1007/s40573-017-0059-2](https://doi.org/10.1007/s40573-017-0059-2).
- Schubatzky, T., Burde, J.-P., Große-Heilmann, R., Riese, J. & Weiler, D. (2022). Das Gesamtuntersuchungsdesign im Verbundprojekt DiKoLeP. In S. Habig & H. van Vorst (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen*. GDPC virtuelle Jahrestagung 2021.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK) (2022). Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). [www.doi.org/10.25656/01:25273](https://doi.org/10.25656/01:25273).
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., 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.
- Wang, W., Schmidt-Crawford, D. & Jin, Y. (2018). Preservice Teachers' TPACK Development: A Review of Literature. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 34(4), 234–258. [www.doi.org/10.1080/21532974.2018.1498039](https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1498039).