

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

¹Universität Paderborn
²Universität Tübingen
³Universität Innsbruck

Warum erwerben Studierende (kein) fachdidaktisches Wissen zu digitalen Medien im Physikunterricht?

Der Einsatz digitaler Medien eröffnet neue Möglichkeiten für den naturwissenschaftlichen Unterricht (Girwidz, 2020; Hillmayr et al., 2020). Um solche Potentiale auch nutzen zu können, sollten angehende Lehrkräfte digitalisierungsbezogene Kompetenzen in ihrer Ausbildung erwerben (SWK, 2022). Im Projekt DiKoLeP (*Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik*) der Universitäten Paderborn, Tübingen, Graz und Innsbruck wurden daher physikdidaktische Lehrveranstaltungen zur Förderung solcher Kompetenzen entwickelt und hinsichtlich des Erwerbs fachdidaktischen Wissens (FDW) zum Einsatz digitaler Medien evaluiert. Dieser Teilbeitrag im Projekt beschäftigt sich mit der Erkundung von Gründen für gemessene Veränderungen im FDW zum Einsatz digitaler Medien und des Zusammenhangs solcher Veränderungen mit Erfahrungen in den Lehrveranstaltungen.

Theoretischer Hintergrund

Das fokussierte FDW zum Einsatz digitaler Medien zählt als Facette des FDW in Physik zum Professionswissen einer (angehenden) Lehrkraft (z.B. Baumert & Kunter, 2006; Riese, 2009). Diese fachdidaktische Facette beinhaltet das Wissen über Möglichkeiten und Anforderungen für eine inhaltspezifisch angemessene Nutzung digitaler Medien im Unterricht (Gramzow et al., 2013). So ist dieses FDW zum Einsatz digitaler Medien vergleichbar mit dem zentralen Wissensbereich *technological pedagogical content knowledge* im TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2006). Das TPACK-Modell spezifiziert jedoch keine konkreten Anforderungen für einzelne Fächer (von Kotzebue, 2021). Für eine solche Spezifizierung ist aus fachdidaktischer Sicht eine Orientierung an fachlichen Lernzielen und Arbeitsweisen sowie fachtypischen Medien sinnvoll (Ropohl et al., 2018). Für das Fach Physik zählen dazu beispielsweise (mobile) Systeme zur digitalen Messwerterfassung (z.B. Girwidz, 2020) oder Simulationen als fachtypische Methode der Erkenntnisgewinnung (z.B. Rutten et al., 2012). Das FDW zum Einsatz digitaler Medien beinhaltet demnach Wissen über Möglichkeiten und Anforderungen zur angemessenen Nutzung ebensolcher fachtypischen oder -spezifischen Medien.

Ausgangslage im Verbundprojekt DiKoLeP

Im Verbundprojekt wurde ein universitäres Lehrkonzept zur Förderung fachdidaktischer digitaler Kompetenzen entwickelt und u.a. im Hinblick auf das FDW zum Einsatz digitaler Medien evaluiert. Das Lehrkonzept berücksichtigte standortübergreifend abgestimmte Kerninhalte zu lernpsychologischen Grundlagen zum Einsatz digitaler Medien sowie zu fachdidaktischen Grundlagen zu physiktypischen Medien. In standortspezifischen praktischen Anteilen entwickelten die teilnehmenden Studierenden Unterrichtssequenzen unter Einbindung digitaler Medien und erprobten diese in realen Schulklassen oder in Form von Micro-Teachings im Seminar (Weiler et al., 2023). Das Lehrkonzept wurde an den Projektstandorten in Form von fachdidaktischen Seminaren implementiert und in Prä-Post-Erhebungen

evaluiert. Zur Untersuchung der Entwicklung des FDW zum Einsatz digitaler Medien wurde ein im Projekt entwickelter und auf verschiedene Aspekte der Konstruktvalidität untersuchter Leistungstest verwendet (Große-Heilmann et al., 2022). Dabei zeigte sich ein signifikanter Zuwachs im FDW zum Einsatz digitaler Medien mit kleiner Effektstärke ($t(69) = 2,18$; $p = 0,033$; $d = 0,26$) über die untersuchten Seminare (Große-Heilmann et al., in Druck). Dieser Beitrag untersucht, was dieses Ergebnis im Hinblick auf die individuelle Wissensentwicklung bedeutet und warum sich möglicherweise kein größerer Wissenszuwachs zeigt.

Ziel und Forschungsfrage

Um einen vertieften Einblick in die Wissensentwicklung der Studierenden zu bekommen, wurde ausgehend von der quantitativen Untersuchung zur Entwicklung des fokussierten FDW eine qualitative retrospektive Interviewstudie durchgeführt. In diesen retrospektiven Interviews wurden Gründe für Veränderungen im gemessenen FDW erkundet und identifiziert, welche Elemente des Seminars lernförderlich oder eher lernhinderlich für den Wissenserwerb sind. Die zugrundeliegende Forschungsfrage lautet:

FF) Welche Elemente des Lehrkonzepts bzw. der Seminarkonzepte sind lernförderlich oder lernhinderlich und stehen mit Verbesserung oder Verschlechterung im gemessenen FDW zum Einsatz digitaler Medien in Verbindung?

Die Interviewstudie soll anknüpfend dazu beitragen, Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Lerngelegenheiten zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht zu generieren.

Methodisches Vorgehen

In der qualitativen Interviewstudie wurden anknüpfend an die quantitative Erhebung zum FDW zum Einsatz digitaler Medien über die untersuchten Seminare retrospektive Interviews mit einem Teil der Befragten durchgeführt (von 70 Befragten im Prä-Post-Test waren dies alle $N = 19$ Studierenden, die sich freiwillig zu einem Interview bereit erklärten). Ziel dieser retrospektiven Interviews war die Erkundung von Gründen für individuelle Veränderungen in den Testantworten von Prä- zu Posttest und die Untersuchung, inwiefern diese Veränderungen mit den Inhalten und Erfahrungen im Seminar zusammenhängen. In den Interviews wurden den Teilnehmenden dazu ihre individuellen Antworten im Prä- und Posttest gezeigt und zu veränderten Antworten erfragt, wie sie diese begründen würden. Die Auswertung der Interviews erfolgte mittels inhaltlich-strukturierender qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018) zur Kategorisierung der von den teilnehmenden Studierenden genannten Gründe für veränderte Testantworten. Durch eine anknüpfende Triangulation (Flick, 2011) mit den quantitativen Prä-Post-Daten wurde untersucht, inwiefern einzelne Gründe mit Bezug zum Seminar zu einer positiven bzw. negativen Veränderung der Antwort (gemäß der Testbewertung) geführt haben, um somit Indizien für lernförderliche bzw. lernhinderliche Elemente des Lehrkonzepts zur Beantwortung der Forschungsfrage zu gewinnen.

Ergebnisse

Die Kategorisierung der Gründe für veränderte Testantworten beruht auf 314 kodierten Segmenten zu veränderten Testantworten, von denen nur 246 inhaltlich nutzbar sind, da z. T. keine Änderung begründet wurde oder keine Erinnerung vorlag. Dabei zeigt sich, dass die Befragten am häufigsten das besuchte Seminar explizit (über Inhalte, Erfahrungen) als Grund für die veränderte Antworten benannten (107 Segmente). Wenn Studierende ihre Änderungen reflektiert begründeten und dabei Wissen zu digitalen Medien nutzten, wurde die Kategorie Anwendung medienbezogenen Wissens vergeben (62 Segmente). Teilweise war in dieser

Kategorie (und einer weiteren) auch ein indirekter Bezug zum Seminar naheliegend (insg. 61 Segmente). Seltener wurden die Veränderungen z.B. mit Erfahrungen in anderen Lehrveranstaltungen (12 Segmente), aufgrund einer (sprachlichen) Uminterpretation der Fragestellung (29 Segmente) oder aufgrund von Unentschlossenheit (22 Segmente) begründet. Demnach stellte das Seminar häufig (explizit oder indirekt) einen Grund für veränderte Testantworten dar (insg. 168 der 246 inhaltlich nutzbaren Segmente). Damit ist jedoch nicht geklärt, inwiefern diese Veränderungen mit Bezug zum Seminar auch mit Verbesserungen (oder Verschlechterungen) im gemessenen FDW einhergehen und somit mögliche lernförderliche (oder lernhinderliche) Elemente des untersuchten Seminar- oder Lehrkonzepts darstellen. Dazu wurden die kodierten Gründe mit (indirektem) Seminarbezug jeweils auf positiv bzw. negativ veränderte Testantworten bezogen und die entsprechenden Interviewsegmente systematisch aufgelistet und inhaltlich gruppiert.

Für positiv veränderte Antworten (Identifikation lernförderlicher Seminarelemente) zeigten sich Erfahrungen mit praktischem Einsatz von Medien im Seminar (z.B. beim Ausprobieren der Medien im theoretischen Seminarteil oder der eigenen Erprobung im praktischen Seminarteil) als Gründe, die mit einer Verbesserung in den Testantworten zusammenhängen. Gleichzeitig traten hier auch eher theoretische Seminarinhalte wie die Designprinzipien zum Multimedialen Lernen (Mayer, 2009) und deren Anwendung auf Erklärvideos oder Aspekte aus den abgestimmten Kerninhalten zu einem Medium (z.B. Gestaltungsmerkmale, typische Vorteile) als häufig genannte Gründe für positiv veränderte Testantworten mit Seminarbezug auf.

Eine entsprechende Gruppierung der negativ veränderten Testantworten zur Identifikation lernhinderlicher Seminarelemente machte deutlich, dass durch diese Analyse vor allem Indizien für mögliche Probleme oder typische Fehler der Studierenden in der Beantwortung der Testaufgaben oder ihrer Argumentation dazu identifiziert werden konnten. So wurden einmalige Erfahrungen mit digitalen Medien in einem bestimmten Kontext fälschlicherweise übergeneralisiert. Beispielsweise wurden häufig positive Erfahrungen mit einem Medium zu typischen Vorteilen verallgemeinert und/oder Disktraktoren im Posttest aufgrund einer (positiven) Erfahrung nicht ausreichend kritisch bewertet.

Diskussion

Die Ergebnisse der Interviewstudie liefern einerseits Indizien für lernförderliche Elemente des Lehrkonzepts wie z.B. praktische Erfahrungen mit digitalen Medien. Andererseits weist die Analyse auch auf mögliche Probleme hin (z.B. Übergeneralisierung positiver Einzelerfahrungen), die bei der Gestaltung entsprechender Lerngelegenheiten berücksichtigt werden sollten. Zur Interpretation der Ergebnisse müssen auch die Grenzen dieser Studie berücksichtigt werden (z.B. Positivauswahl der Stichprobe, Häufigkeit nicht nutzbarer Segmente oder subjektive Einschätzung der Gründe, die nicht zwingend der wahren Ursache entsprechen muss). Nichtsdestotrotz ermöglichen die retrospektiven Interviews anknüpfend an die Prä-Post-Erhebung einen vertieften Einblick in die Denkprozesse der Studierenden hinsichtlich ihres FDW zum Einsatz digitaler Medien. Im Hinblick auf die Ausgangslage zum gemessenen FDW-Zuwachs mit „nur“ kleiner Effektstärke bietet die Interviewanalyse eine mögliche Erklärung: aufgrund der teilweise unpassenden Übergeneralisierung von (positiven) Einzelerfahrungen und fehlender kritischen Reflexion kommt es teilweise auch zu Verschlechterungen (in Einzelaufgaben) im FDW zum Einsatz digitaler Medien. Im Seminar oder ähnlichen Lerngelegenheiten zu digitalen Medien sollte eine kritische Reflexion von vorgestellten Medienbeispielen oder -einsätzen daher unbedingt berücksichtigt und für eine Unterscheidung zwischen anekdotischer und empirischer Evidenz sensibilisiert werden.

Literatur

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Flick, U. (2011). Triangulation. In: Oelerich, G., Otto, H. U. (Hrsg.), *Empirische Forschung und Soziale Arbeit. VS Verlag für Sozialwissenschaften*. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92708-4_23.
- 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., Burde, J. P., Riese, J., Schubatzky, T., & Weiler, D. (in Druck). Entwicklung fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien bei Lehramtsstudierenden im Fach Physik. In B. Herzig, B. Eickelmann, F. Schwabl, J. Schulze & J. Niemann (Hrsg.), *Lehrerkräftebildung in der digitalen Welt*. Münster: Waxmann.
- Große-Heilmann, R., Riese, J., Burde, J. P., Schubatzky, T., & Weiler, D. (2022). Fostering Pre-Service Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge Regarding Digital Media. *Education Sciences*, 12(7), 440. <http://www.doi.org/10.3390/educsci12070440>.
- Hillmayr, D., Ziemwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>.
- von Kotzebue, L. V., Meier, M., Finger, A., Kremser, E., Huwer, J., Thoms, L. J., ... & Thyssen, C. (2021). The framework DiKoLAN (digital competencies for teaching in science education) as basis for the self-assessment tool DiKoLAN-Grid. *Education Sciences*, 11(12), 775. <https://doi.org/10.3390/educsci11120775>.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). Weinheim: Beltz Juventa.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- 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
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Logos Verlag.
- Ropohl, M., Härtig, H., Kampschulte, L., Lindmeier, A., Ostermann, A. & Schwanewedel, J. (2018). Planungsbereiche für Medieneinsatz im Fachunterricht. *MNU*, 71(3), 148–155.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>.
- 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.
- Weiler, D., Burde, J.-P., Große-Heilmann, R., Lachner, A., Riese, J. & Schubatzky, T. (2023). *Förderung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von angehenden Physiklehrkräften mit dem SQD-Modell im Projekt DiKoLeP*. In M. Meier, G. Greefrath, M. Hammann, R. Wodzinski & K. Ziepprecht (Hrsg.), *Edition Fachdidaktiken. Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung* (S. 47–62). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-40109-2_4.