

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

¹Universität Paderborn
²Universität Tübingen
³Universität Innsbruck

Wie sollte ein fachdidaktisches Seminar zum Einsatz digitaler Medien gestaltet sein?

Die Nutzung digitaler Medien eröffnet neue Möglichkeiten für Schule und Fachunterricht. Im Fach Physik kann somit beispielsweise eine neue Qualität der Visualisierung geschaffen werden, um das konzeptionelle Verständnis der Lernenden zu unterstützen (Girwidz, 2020). Angehende Lehrkräfte sollten daher fachspezifische „digitale Kompetenzen“ bereits im Lehramtsstudium entwickeln, wie beispielsweise fachdidaktisches Wissen (FDW) zum Einsatz digitaler Medien. Um dieses Wissen zu fördern und angehende Lehrkräfte auf den fachdidaktisch sinnvollen Einsatz digitaler Medien vorzubereiten, sind effektive Lerngelegenheiten in der Lehramtsausbildung unabdingbar (SWK, 2022). Zur Beurteilung der Lernwirksamkeit solcher Lerngelegenheiten ist wiederum eine Evaluation dieser essenziell. Im Verbundprojekt DiKoLeP (*Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik*) der Universitäten Graz, Innsbruck, Paderborn und Tübingen wird daher ein universitäres Lehrkonzept zum sinnstiftenden Einsatz digitaler Medien im Fach Physik in fachdidaktischen Seminaren an den Standorten implementiert und beforscht. Dieser Teilbeitrag beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern und wie FDW zum Einsatz digitaler Medien in entsprechenden Lehrveranstaltungen angemessen gefördert werden kann.

Theoretischer Hintergrund

FDW zum Einsatz digitaler Medien stellt als Facette des FDW in Physik einen Teil des Professionswissens einer Lehrkraft (z.B. Baumert und Kunter, 2006; Riese, 2009) dar. Diese fachdidaktische Wissensfacette beinhaltet Wissen über Möglichkeiten und Anforderungen bei der Mediennutzung sowie über die inhaltspezifische angemessene Nutzung digitaler Medien (Gramzow et al., 2013) und ist damit vergleichbar mit dem zentralen Wissensbereich *technological pedagogical content knowledge* (TPCK) im TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2006). Das TPACK-Modell ist jedoch fachübergreifend formuliert und konkretisiert keine Fachinhalte oder Spezifika einzelner Fächer (von Kotzebue, 2021). Aus fachdidaktischer Sichtweise ist jedoch eine Fokussierung fachtypischer oder -spezifischer Medien von Bedeutung, welche an fachlichen Lernzielen und Arbeitsweisen orientiert sind (Ropohl, 2018). Für das Fach Physik sind dies z.B. (mobile) Systeme zur digitalen Messwerterfassung in physikalischen Experimenten (Girwidz, 2020), Simulationen als fachspezifische Methode der Erkenntnisgewinnung (Rutten et al., 2012; Wieman et al., 2010) oder Erklärvideos zum Erklären komplexer physikalischer Sachverhalte (z.B. Kulgemeyer, 2018). Fachspezifisches Wissen über die Möglichkeiten und Anforderungen bei der Nutzung dieser fachtypischen digitalen Medien ist demnach Kern des FDW zum Einsatz digitaler Medien im Fach Physik.

Ausgangslage im Verbundprojekt DiKoLeP

Im Verbundprojekt DiKoLeP wurde ein universitäres Lehrkonzept zur Förderung fachdidaktischer digitaler Kompetenzen entwickelt. Die Gestaltung des Konzepts ist dabei an den

sieben Schlüsselaspekten des SQD-Modells auf Seminarebene (Tondeur et al., 2012) orientiert, indem die Studierenden z.B. authentische Erfahrungen beim Einsatz digitaler Medien sammeln, mit Peers zusammenarbeiten, Feedback erhalten und vorgestellte Medieneinsätze reflektieren. Inhaltlich besteht das Lehrkonzept aus abgestimmten Kerninhalten zu lernpsychologischen Grundlagen zum Medieneinsatz und fachdidaktischen Grundlagen zu physiktypischen Medien. In standortspezifischen praktischen Anteilen des Konzepts entwickeln die Studierenden Unterrichtssequenzen unter Nutzung digitaler Medien und erproben diese in Schulklassen oder in Form von Micro-Teachings im Seminar (Weiler et al., 2023). Das Lehrkonzept ist an fünf Standorten¹ in Form von fachdidaktischen Seminaren implementiert und u.a. im Hinblick auf die Entwicklung des FDW zum Einsatz digitaler Medien evaluiert worden. Dabei zeigte sich ein signifikanter Wissenszuwachs mit kleiner Effektstärke ($t(69) = 2,13; p = 0,037; d = 0,25$) über die beteiligten Seminare (Große-Heilmann et al., eingereicht).

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der noch offenen Frage, welche konkreten Inhalte bzw. Elemente des Lehrkonzepts für diesen Wissenserwerb förderlich oder hinderlich sind.

Ziel und Forschungsfrage

Ausgehend von der quantitativen Untersuchung zur Entwicklung des FDW zum Einsatz digitaler Medien in den beteiligten Seminaren wird in dieser Studie ein vertiefter Einblick in die individuelle Wissensentwicklung der Studierenden angestrebt. Mithilfe einer qualitativen Interviewstudie soll damit die Identifikation lernförderlicher und lernhinderlicher Elemente des Lehrkonzepts erfolgen, um die nachfolgende Forschungsfrage (FF) zu untersuchen:

FF) Welche Elemente des gemeinsamen Kerns bzw. der standortspezifischen Teile des Lehrkonzepts sind lernförderlich oder lernhinderlich für den Erwerb von FDW zum Einsatz digitaler Medien?

Anknüpfend soll diese Studie einen Beitrag zum Ziel des Verbundprojekts leisten, Hypothesen zu effektiven Lernangeboten zum Einsatz digitaler Medien im Lehramt Physik zu generieren.

Methodisches Vorgehen

Die qualitative Interviewstudie in diesem Beitrag knüpft in Form von retrospektiven Interviews unmittelbar an die Pre-Post-Erhebung des FDW zum Einsatz digitaler Medien in den beteiligten Seminaren an. Für diese Erhebung wurde ein physikdidaktischer Leistungstest aus 14 geschlossenen Mehrfachwahlaufgaben zur Messung des FDW zum Einsatz digitaler Medien eingesetzt, welcher im Projekt entwickelt und auf verschiedene Aspekte der Konstruktvalidität untersucht wurde (Große-Heilmann et al., 2022). Nach dem Seminar und der Post-Erhebung wurden mit einer Gelegenheitsstichprobe von $N=19$ Studierenden retrospektive Interviews geführt. Diese hatten zum Ziel, Ursachen für individuelle Veränderungen in den Testantworten von Pre- zu Posttest zu erkunden und zu klären, inwiefern diese Veränderungen mit Erfahrungen oder Inhalten im Seminar zusammenhängen.

Die Interviews werden mithilfe inhaltlich-strukturierender qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018) ausgewertet, um die von den teilnehmenden Studierenden genannten Ursachen oder Gründe für veränderte Testantworten zu kategorisieren. Zur Beantwortung der Forschungsfrage werden anknüpfend durch Triangulation (Flick, 2011) mit den quantitativen Pre-Post-Daten Indizien für lernförderliche bzw. lernhinderliche Elemente des Lehrkonzepts

¹ vier aktuelle Projektstandorte sowie die RWTH Aachen als ehemaliger Projektstandort

gesammelt. Dabei wird untersucht, inwiefern diese einzelnen Elemente zu einer positiven bzw. negativen Veränderung der Antwort gemäß der Testbewertung geführt haben.

Ergebnisse

Die Kategorisierung der Ursachen oder Gründe für veränderte Testantworten im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse von bisher 11 der 19 Interviews zeigt, dass von den Studierenden am häufigsten das besuchte Seminar explizit (über Inhalte, Elemente, Erfahrungen etc.) als Grund für die Änderung der Antwort von Pre- zu Posttest genannt wird (66 von insgesamt 200 kodierten Segmenten). Eine weitere Kategorie zur Begründung ist z.B. die Anwendung medienbezogenen Wissens (45 Segmente, davon 32 mit indirektem Seminarbezug). Das Seminar bzw. Elemente des Seminars werden demnach häufig – explizit oder indirekt – als Ursache für veränderte Antworten angeführt. Zur Identifikation lernförderlicher bzw. lernhinderlicher Elemente werden anknüpfend die kodierten Ursachen mit Seminarbezug jeweils auf positiv bzw. negativ veränderte Testantworten bezogen und die entsprechenden Interviewsegmente erneut inhaltlichen Kategorien zugeordnet. Für positiv veränderte Antworten wird durch diese Zuordnung deutlich, dass vor allem praktische Erfahrungen mit digitalen Medien (z.B. beim Ausprobieren einzelner Medien im theoretischen Teil des Seminars oder in der Erprobung im praktischen Seminarteil) zu einer Verbesserung in den Testantworten führen. Weiterhin sind die Designprinzipien zum multimedialen Lernen und deren Anwendung auf die Bewertung von Erklärvideos eine häufig genannte Ursache bei positiv veränderte Testantworten mit Seminarbezug. Eine entsprechende Zuordnung für negativ veränderte Testantworten zeigt, dass häufig einmalige Erfahrungen mit digitalen Medien fälschlicherweise übergeneralisiert werden; z.B. werden positive Erfahrungen zu typischen Vorteilen verallgemeinert und/oder Distraktoren im Posttest aufgrund einer Erfahrung nicht ausreichend kritisch bewertet. Weiterhin deutet sich an, dass einige Studierende die im Seminar thematisierten digitalen Medien oder ihre Eigenschaften nicht voneinander unterscheiden können (Große-Heilmann et al., eingereicht).

Diskussion und vorläufige Hypothesen

Die Ergebnisse der Interviewstudie liefern einerseits Indizien für lernförderliche Elemente des untersuchten Lehrkonzepts wie z.B. praktische Erfahrungen mit digitalen Medien. Andererseits weist die Analyse negativer Antwortänderungen auf mögliche Probleme hin (z.B. Übergeneralisierung positiver Einzelerfahrungen), die bei der Gestaltung entsprechender Lerngelegenheiten berücksichtigt werden sollten. Aufbauend auf diese Beobachtungen sind im Projekt daher folgende (vorläufige) Hypothesen zur Gestaltung effektiver Lernangebote zum Einsatz digitaler Medien in Physiklehramtsstudiengängen formuliert worden:

- kritische Reflexion von Medieneinsätzen zur Vermeidung der Übergeneralisierung positiver Beispiele
 - für Unterscheidung zwischen anekdotischer und empirischer Evidenz sensibilisieren
 - praktische Erfahrungen mit digitalen Medien ermöglichen (v.a. in der Rolle der Lehrkraft)
 - übergreifendes Wissen fördern, ohne individuelle Gestaltungsmerkmale zu vernachlässigen
- Zukünftig sollen auch kodierte Ursachen ohne Seminarbezug für die Hypothesengenerierung herangezogen werden, um daraus weiteres Gestaltungswissen für effektive Lernangebote zum Einsatz digitaler Medien im Lehramt Physik zu gewinnen.

Dank

Die vorgestellte Studie wird im Rahmen des Kollegs Didaktik:digital von der Joachim Herz Stiftung gefördert.

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. (eingereicht). 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 – zukunftsorientierte Forschungs- und Praxisperspektiven*. 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. www.doi.org/10.3390/educsci12070440.
- 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.
- Kulgemeier, C. (2020). A framework of effective science explanation videos informed by criteria for instructional explanations. *Research in Science Education*, 50(6), 2441–2462. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7>.
- 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.
- Tondeur, J., Van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>.
- 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.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P. & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227.