

David Weiler¹
 Jan-Philipp Burde¹
 Rike Große-Heilmann²
 Andreas Lachner¹
 Josef Riese²
 Thomas Schubatzky³

¹Universität Tübingen
²RWTH Aachen
³Universität Innsbruck

Erste Ergebnisse eines Seminars zur Förderung digitaler Kompetenzen

Einleitung

Das Potential digitaler Medien für die Wissensvermittlung im Fachunterricht wurde mittlerweile disziplinübergreifend erkannt (z.B. Hillmayr et al., 2020). Dies begründet u.a. die Forderung nach entsprechenden fachdidaktischen Lerngelegenheiten im Rahmen der Lehramtsausbildung (SWK, 2022). Dabei sollen sowohl standortspezifische als auch hochschulübergreifende Lerngelegenheiten entwickelt werden (SWK, 2022). Im Verbundprojekt DiKoLeP (Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik) der Universitäten in Aachen, Graz und Tübingen wurde ein solches Lehrkonzept entwickelt, das sowohl standortübergreifende theoretische Anteile (z.B. Designprinzipien, Beispiele für den Einsatz und empirische Befunde zu physikspezifischen digitalen Medien) als auch standortspezifische praktische Anteile (Micro-Teachings oder Erprobungen in Schulklassen) beinhaltet (Schubatzky et al., 2022). Der Fokus dieses Beitrags liegt auf der vorläufigen Evaluation des Seminars, das in Graz und Tübingen umgesetzt wird. Dabei steht die Förderung der Professionellen Handlungskompetenz angehender Lehrkräfte (in Anlehnung an Riese, 2009) in Bezug auf den Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht im Vordergrund.

Theoretischer Hintergrund und Seminar-Design

Die Professionelle Handlungskompetenz in Bezug auf den Einsatz digitaler Medien setzt sich aus dem Professionswissen und den motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten zusammen (Riese, 2009). Für das Professionswissen spielt das Fachdidaktische Wissen (FDW) und für die motivationalen Bereitschaften und Fähigkeiten die Motivationalen Orientierungen (z.B. Einstellungen zum Lernen mit digitalen Medien, erwartete Schwierigkeiten, Selbstwirksamkeitserwartung...) eine wichtige Rolle. Entsprechend der Modellierung des FDW in Physik nach Gramzow et al. (2013) stellt das FDW über den Einsatz digitaler Medien eine Facette des FDW dar. Mit dem Ziel, diese relevanten Aspekte der Professionellen Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften zu fördern, wurde einem Design-Based-Research-Ansatz (Sandoval & Bell, 2004) folgend ein Seminar konzipiert und iterativ weiterentwickelt (Weiler et al., 2021). Für die Ausgestaltung des Seminars wurde sich maßgeblich an den sieben evidenzbasierten Schlüsselmerkmalen des SQD-Modells (Synthesis of Qualitative Evidence) nach Tondeur et al. (2012) zur möglichst optimalen Vorbereitung von angehenden Lehrkräften auf den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht orientiert. Neben einer engen *Theorie- und Praxisverzahnung* ist das Seminar dadurch geprägt, dass die Lehrperson als *Rollen Vorbild* beispielhafte Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien aufzeigt. Ferner haben die Studierenden die Möglichkeit, *eigene Erfahrungen* mit digitalen Medien zu sammeln und *kritisch* über die Rolle digitaler Medien für den Physikunterricht zu *reflektieren*. In den

praktischen Anteilen des Seminars steht die *Zusammenarbeit mit den Peers* unter anderem bei der *Planung und Durchführung von Micro-Teachings* im Seminar im Vordergrund. Die Studierenden erhalten in der Planungsphase von der Lehrperson *Feedback* und im Anschluss an die Micro-Teachings ergänzend Feedback von den teilnehmenden Studierenden.

Erhebungsinstrumente und Stichprobe

Im Rahmen der Evaluation des Seminars wird zur Erhebung des FDW zum Einsatz digitaler Medien ein proximales Messverfahren mit dem Testinstrument von Große-Heilmann et al. (2022) verwendet. Für die aktuelle Stichprobe weist das Testinstrument eine für Kompetenz- bzw. Wissenstests akzeptable Reliabilität von $\alpha = 0.53$ auf (Tavakol & Dennick, 2011; Stadler et al., 2021).

Die Motivation zum Einsatz digitaler Medien ($\alpha = 0.81$) wurde mit den bereits auf Validität untersuchten Items von Vogelsang et al. (2019) erhoben. Die wahrgenommene Seminarqualität wurde mit dem SQD-Test von Tondeur et al. (2019) gemessen, der eine Reliabilität von $\alpha = 0.94$ aufweist. Das FDW zum Einsatz digitaler Medien und die Motivation zum Einsatz digitaler Medien werden in einem Pre-Post-Design erhoben, während die wahrgenommene Seminarqualität am Ende des Seminars mit dem Post-Test zusammen ermittelt wird.

Die Teilnahme an dieser Studie war für die Seminarteilnehmenden freiwillig und konnte zu jedem Zeitpunkt beendet werden. So kamen für den ersten Designzyklus im Sommersemester 2021 in Tübingen und im Wintersemester 2021/22 in Graz insgesamt $N = 20$ vollständige Pre-Post-Datensätze zustande. Die Studierenden waren im Schnitt im siebten Semester ($M = 7.4$; $SD = 2.4$).

Im zweiten Designzyklus, der bisher nur die Stichprobe aus dem Sommersemester 2022 umfasst, konnten bisher $N = 12$ vollständige Pre-Post-Datensätze erhoben werden. Die Studierenden waren dabei im Schnitt in ihrem achten Semester ($M = 8.2$; $SD = 2.2$). Es sind weitere Erhebungen im Studienjahr 2022/23 geplant, um den Stichprobenumfang des zweiten Designzyklus zu vergrößern, da mit kleinen bis mittleren Effekten gerechnet wird.

(Vorläufige) Ergebnisse und Überarbeitung

Im ersten Designzyklus kam es sowohl zu einer Zunahme des Fachdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht (Steigerung im Mittel um 1.45 von maximal 24 zu erreichenden Punkten) als auch der Motivation (im Mittel um 0.5 auf einer Skala von 1-5), diese einzusetzen (siehe Tab. 1). Die wahrgenommene Seminarqualität wurde überwiegend positiv bewertet ($M = 3.36$ auf einer Skala von 1-4).

Im Anschluss an den ersten Designzyklus wurde das Seminar im Rahmen eines zweiten Designzyklus u.a. auf Basis einer Expertenbefragung zur curricularen Passung der Inhalte des Seminars sowie einer ersten Evaluation der Akzeptanz des Seminars durch die Studierenden weiterentwickelt (Weiler et al., im Druck). Um die Lernwirksamkeit des Seminars zu steigern, wurden darüber hinaus dem ICAP-Framework von Chi & Wylie (2014) folgend bisher eher passive Formate in interaktive Formate überführt. Beispielsweise geben sich die Studierenden im zweiten Designzyklus gegenseitig Peer-Feedback zu ihren Micro-Teachings und diskutieren diese aktiv, statt wie bisher primär Rückmeldungen der Lehrperson zu erhalten. Die vorgenommene stärkere Fokussierung auf Feedback sowie die stärkere Zusammenarbeit mit den Peers entspricht ferner Kernaspekten des SQD-Modells.

Erste Evaluationsergebnisse des zweiten Designzyklus weisen auf einen ähnlichen Lernzuwachs im FDW zum Einsatz digitaler Medien (im Mittel um 1.17 Punkte von maximal 24) bei einer Abnahme der Standardabweichung (von 3.49 auf 2.83) hin. Die Motivation der Studierenden, digitale Medien in ihrem Unterricht einsetzen zu wollen, nimmt im zweiten Designzyklus nur minimal zu (im Mittel um 0.21 Punkte auf einer Skala von 1-5). Die Seminarqualität wird weiterhin grundsätzlich positiv eingeschätzt ($M = 2.97$ auf einer Skala von 1-4).

Tab. 1: Überblick über die Ergebnisse des ersten Zyklus und die vorläufigen Ergebnisse des zweiten Zyklus. Die Motivation zum Einsatz (1-5) und die wahrgenommene Seminarqualität (1-4) sind Likert-skaliert

Pre-Test	Konstrukt	Post-Test
1. Designzyklus (N = 20)		
$M = 14.50, SD = 3.78$	FDW digitale Medien	$M = 16.05, SD = 4.58$
$M = 3.42, SD = 0.69$	Motivation zum Einsatz	$M = 3.92, SD = 0.71$
-	SQD Seminarqualität	$M = 3.36, SD = 0.39$
2. Designzyklus (N = 12)		
$M = 14.83, SD = 3.49$	FDW digitale Medien	$M = 16.00, SD = 2.83$
$M = 3.32, SD = 0.68$	Motivation zum Einsatz	$M = 3.53, SD = 0.71$
-	SQD Seminarqualität	$M = 2.97, SD = 0.52$

Diskussion und Ausblick

Poweranalysen zeigen, dass für die bisher eher geringe Stichprobengröße von $N = 12$ im Rahmen des zweiten Designzyklus nur große Effektstärken zuverlässig nachgewiesen werden können. Vor diesem Hintergrund sind im Wintersemester 2022/23 und im Sommersemester 2023 weitere Erhebungen geplant, um mögliche Effekte u.a. mit Blick auf die Lernwirksamkeit, die Motivationalen Orientierungen und die wahrgenommene Seminarqualität besser erfassen zu können.

Um tiefere Einblicke in die Wirksamkeit des Seminars zu bekommen, ist ferner eine Triangulation der bisher erhobenen quantitativen Daten um qualitative Interview-Daten geplant. Insbesondere ist damit u.a. das Ziel verbunden, typengerechte Lerngelegenheiten zu identifizieren. Dazu sollen durch eine Clusteranalyse der bisher vorliegenden Daten unterschiedliche Einstellungstypen hinsichtlich des Einsatzes von digitalen Medien im Physikunterricht (z.B. Digitalisierungsverweigerer, -enthusiasten, -realisten) unter den Studienteilnehmenden identifiziert werden. Zudem soll mit den Interviews ergründet werden, warum sich Studierende für oder gegen den Einsatz von digitalen Medien im Physikunterricht entscheiden und inwiefern ihre Entscheidung dabei fachdidaktisch begründet ist. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass das Seminar nicht auf eine unreflektiert-positive Einstellung zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht abzielt, sondern eine kritisch-reflektierte Haltung gegenüber dem Einsatz digitaler Medien gefördert werden soll. Aus der Kontrastierung der Evaluation der Designzyklen des Seminars sollen lokale Lehr-Lerntheorien zum Erwerb digitaler Kompetenzen abgeleitet werden.

Literatur

- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- 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. (2022). Fostering Pre-Service Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge Regarding Digital Media. *Education Sciences*, 12(7), 440. <https://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>
- Riese, J. (2009). Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2009. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 97. Logos-Verl.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s40573-017-0059-2>
- Sandoval, W. A. & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199–201. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_1
- 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*. GDGP virtuelle Jahrestagung 2021.
- Stadler, M., Sailer, M., & Fischer, F. (2021). Knowledge as a formative construct: A good alpha is not always better. *New Ideas in Psychology*, 60, 100832.
- 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
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International journal of medical education*, 2, 53.
- 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>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. & Baran, E. (2019). Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): a mixed-method study. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 319–343. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1>
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D. & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>
- van Braak, J., Tondeur, J. & Valcke, M. (2004). Explaining different types of computer use among primary school teachers. *European Journal of Psychology of Education*, 19(4), 407–422.
- Weiler, D., Burde, J.-P., Lachner, A., Riese, J., Schubatzky, T. & Große-Heilmann, R. (2021). Entwicklung eines Seminars zur Förderung des Konzeptverständnisses mittels digitaler Medien. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, 1.
- Weiler, D., Burde, J.-P., Lachner, A., Große-Heilmann, R., Riese, J. & Schubatzky, T. (im Druck). Digitale Medien im Physikunterricht: Entwicklung eines Seminarkonzepts. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2022*.