

Thomas Schubatzky<sup>1</sup>  
 Jan-Philipp Burde<sup>2</sup>  
 Rike Große-Heilmann<sup>3</sup>  
 Josef Riese<sup>3</sup>  
 David Weiler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Innsbruck  
<sup>2</sup>Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
<sup>3</sup>RWTH Aachen

## Entwicklungsprädiktoren fachdidaktischen Wissens zu digitalen Medien

### Einleitung und theoretischer Rahmen

Digitale Medien gewinnen vermehrt an Bedeutung im Physikunterricht (vgl. Eickelmann et al., 2019). Angehende Lehrkräfte sollen deshalb während ihres Studiums auch entsprechende Kompetenzen erwerben, um digitale Medien fachdidaktisch begründet im Physikunterricht einsetzen zu können, wie etwa das in diesem Beitrag fokussierte fachdidaktische Wissen zum Einsatz digitaler Medien (Große-Heilmann et al., 2022) als wichtiger Teil digitaler Kompetenzen. Dazu benötigt es darauf abgestimmte Lerngelegenheiten in der Lehramtsausbildung (SWK, 2022). Um diese Lerngelegenheiten möglichst wirksam gestalten zu können, sind empirische Erkenntnisse über die wirksame Strukturierung und Ausgestaltung der Lehramtsausbildung nötig.

Prinzipiell sind unterschiedliche Ansätze zur Förderung digitaler Kompetenzen im Lehramtsstudium denkbar: Einerseits gibt es Bestrebungen, den fachdidaktisch sinnvollen Einsatz digitaler Medien in reguläre fachdidaktische Lehrveranstaltungen zu integrieren (Foulger et al., 2019; Stinken-Rösner, 2021). Eine zweite Möglichkeit stellen eigenständige Seminare, die den fachdidaktisch begründeten Einsatz digitaler Medien fokussieren, dar (z.B. Weiler et al., 2021). In einer Metastudie stellten sich derartige Seminare als wirksam heraus, auch wenn sich trotz des hohen Anteiles an Varianz von rund 95% zwischen den Studien keine besonders förderlichen Seminarmerkmale identifizieren ließen (Wilson et al., 2020). Nicht berücksichtigt wurden in dieser Studie jedoch die (möglicherweise) unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Teilnehmenden.

Bisherige Studien untersuchten oftmals den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Wissensfacetten wie etwa PCK, TPK und TPCK (Wang et al., 2018), Schlüsse über tatsächliche bzw. notwendige Voraussetzungen für die Entwicklung digitaler Kompetenzen lassen sich dadurch jedoch nur schwer ziehen. Nichtsdestotrotz wird in diversen Studien ein Zusammenhang zwischen einer soliden Professionswissensbasis und der Entwicklung digitaler Kompetenzen festgestellt oder zumindest angedeutet (Wang et al., 2018).

Eine zentrale Frage ist demnach, zu welchem Zeitpunkt (also mit welchen Lernvoraussetzungen) und auf welche Art und Weise der fachdidaktisch sinnvolle Einsatz digitaler Medien adressiert werden sollte. Ein Beitrag zur Klärung dieser Frage soll im Projekt DiKoLeP (Schubatzky et al., 2022) geliefert werden, indem mögliche Prädiktoren für die Entwicklung fachdidaktischen Wissens (FDW) zum Einsatz digitaler Medien (DM) untersucht werden. So sollen erste Hinweise für eine evidenzbasierte Ausgestaltung der Lehramtsausbildung Physik abgeleitet werden. In diesem Beitrag werden zwei damit zusammenhängende Forschungsfragen anhand vorläufiger Daten diskutiert:

### **Forschungsfragen**

FF1: Inwieweit gibt es einen Zusammenhang zwischen dem FDW über Schülervorstellungen (SV) und der Entwicklung des FDW zu DM im Fach Physik?

H1: Aufgrund bisheriger Befunde zum Zusammenhang zwischen den Wissensfacetten PCK und TPCK wird vermutet, dass das FDW über SV einen positiven Zusammenhang mit der Entwicklung des FDW zu DM aufweist.

FF2) Inwieweit gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Umfang selbstberichteter Vorerfahrungen mit sowie dem Interesse an digitalen Medien und der Entwicklung des FDW zu DM im Fach Physik?

H2: Aufgrund bisheriger Befunde zum Zusammenhang zwischen Interesse und Lernerfolg wird ein positiver Zusammenhang mit der Entwicklung des FDW zu DM vermutet.

H3: Aufgrund bisheriger Befunde zum Zusammenhang zwischen TK und TPCK wird ein positiver Zusammenhang mit der Entwicklung des FDW zu DM vermutet.

### **Stichprobe und Vorgehensweise**

Die vorläufige Stichprobe setzt sich aus  $N = 48$  Physiklehramtsstudierenden dreier Universitäten in Deutschland und Österreich zusammen, die durchschnittlich im 8. Fachsemester waren ( $7,9 \pm 2,3$  Semester). Diese Studie fand in einem Prä-Post-Format statt. Zwischen den beiden Testzeitpunkten nahmen alle Studierenden an einem spezifischen Seminar zum fachdidaktisch begründeten Einsatz digitaler Medien teil (Schubatzky et al., 2022). Erhoben wurden dabei einerseits das FDW über SV mit einem Testinstrument basierend auf Gramzow et al. (2013) bzw. Jordans et al. (2022), das FDW zu DM mit einem Test von Große-Heilmann et al. (2022), sowie die selbstberichteten Vorerfahrungen und das Interesse an digitalen Medien mit Items näher beschrieben in Weiler et al. (2022). Dabei wurden die Vorerfahrungen und das Interesse an elf konkreten digitalen Medien, die für den Physikunterricht relevant sind (z.B. Simulationen, ...), anhand einer 5-stufigen Likert Skala abgefragt und ein Mittelwert daraus gebildet.

Um die in den Forschungsfragen genannten Zusammenhänge zu identifizieren, wurde eine bayes'sche multiple Regressionsanalyse unter Nutzung des R-Pakets *rstanarm* durchgeführt (Goodrich et al., 2022). Der Vorteil der Nutzung eines bayes'schen Wahrscheinlichkeitsbegriffs liegt u.a. darauf, dass keine unendlich oft wiederholbaren Zufallsexperimente vorausgesetzt werden; so eignen sich bayes'sche Methoden insbesondere bei kleineren Datengrundlagen. Weitere Vorteile sind die Möglichkeit, Vorkenntnisse oder vorhergehende Studienergebnisse in der Datenanalyse zu berücksichtigen, in der Form von sogenannten Priors (Kubsch et al., 2021).

### **Ergebnisse**

Aufgrund bisheriger Forschungsergebnisse zum Einfluss des Vorwissens auf den Lernerfolg wurde für den Regressionskoeffizienten zum FDW zu digitalen Medien folgender Prior festgelegt:  $N(0,3,0,5)$ . Aufgrund vorhergehender Studien zum Zusammenhang zwischen PCK und TPCK wurde auch der Prior des FDW über SV auf  $N(0,3,0,5)$  festgelegt. Für die Vorerfahrungen und Interesse wurden schwach informative Priors gewählt:  $N(0,0,0,5)$ . Detaillierte Modellvergleiche können in diesem Kurzbeitrag nicht dargestellt werden, weshalb in Tabelle 1 das Modell dargestellt ist, für welches die meisten Evidenzen sprechen (z.B.: Bayes Faktor von 1363 gegenüber dem Intercept-Only-Modell).

*Tabelle 1: Regressionsmodell mit dem FDW zu digitalen Medien im Post-Test als abhängige Variable bei einer Varianzaufklärung von  $R^2 \sim 42\%$ . Das 95% CredInt beschreibt jenes Intervall, in welches der Regressionskoeffizient mit 95%iger Wahrscheinlichkeit fällt*

Koeffizienten	Median $\beta$	SD	95% CredInt	pd	% in ROPE
(Konstante)	0.01	0.12	[-0.22, 0.23]	50.18%	64.68%
FDW – DM Prä	0.34	0.13	[0.20, 0.50]	99.58%	0.97%
FDW – SV Prä	0.42	0.13	[0.24, 0.55]	99.85%	0%
Vorerfahrungen mit DM	-0.24	0.11	[-0.46, -0.01]	98.12%	9.68%

Die Ergebnisse liefern erste Hinweise dafür, dass sowohl das FDW zu digitalen Medien (als Vorwissen) als auch das FDW über SV bedeutungsvolle Prädiktoren für die Entwicklung des FDW zu digitalen Medien darstellen und H1 auf Basis der vorliegenden Daten angenommen werden sollte. Das mittlere Interesse an digitalen Medien stellte sich in dieser Analyse jedoch als kein relevanter Prädiktor dar (Ablehnung H2). Für die Vorerfahrungen mit digitalen Medien zeigte sich sogar ein der ursprünglichen Annahme gegenteiliger Effekt – die Posteriorverteilung zeigt einen Median von -0.24 mit einem 95%-Credible Interval von [-0.46,-0.01], sodass mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden muss, dass die mittlere Vorerfahrung mit digitalen Medien einen negativen Prädiktor für die Entwicklung des FDW zu digitalen Medien darstellt (Ablehnung H3).

### **Schlussfolgerungen und Ausblick**

Eine endgültige Bewertung und Interpretation der Ergebnisse ist nur auf Basis eines größeren Datensatzes möglich, der im Rahmen des DiKoLeP-Projektes angestrebt wird. Außerdem müssen die Limitationen dieser Studie berücksichtigt werden, wie etwa die Fokussierung auf das FDW über SV (zur Mechanik) oder die Formulierung der Items der Vorerfahrungen zu digitalen Medien. Nichtsdestotrotz zeigen sich einige spannende Ergebnisse, die auch als hypothesengenerierend betrachtet werden können. Der bedeutsame Zusammenhang zwischen dem FDW über SV und der Entwicklung des FDW zu digitalen Medien legt nahe, dass eine profunde Professionswissensbasis tatsächlich eine notwendige Voraussetzung für die Entwicklung digitaler Kompetenzen darstellen könnte, was in zukünftigen Untersuchungen zu zeigen wäre. Der überraschende Befund zu den Vorerfahrungen mit digitalen Medien lässt weitere Vermutungen anstellen. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte folgender sein: Studierende, die im Umgang mit digitalen Medien vertraut sind, haben die Auffassung, dass sie diese damit auch fachdidaktisch sinnvoll einsetzen können und nehmen das Seminar zum Einsatz digitaler Medien daher als weniger relevant für sich wahr und sind dadurch womöglich weniger lernbereit. Insgesamt scheint es auf Basis dieser vorläufigen Daten jedenfalls sinnvoll, Seminare zum Einsatz digitaler Medien möglichst spät im Rahmen des Lehramtsstudiums anzubieten, oder zumindest nachdem eine solide Wissensbasis fachdidaktischer Konzepte aufgebaut werden konnte.

## Literatur

- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.). (2019). *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Waxmann.
- Foulger, T. S., Wetzel, K. & Buss, R. R. (2019). Moving Toward a Technology Infusion Approach: Considerations for Teacher Preparation Programs. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 79–91. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1568325>
- Goodrich, B., Gabry, J., Ali, I. & Brilleman, S. (2022). *rstanarm: Bayesian applied regression modeling via Stan [Computer software]*. <https://mc-stan.org/rstanarm>
- 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>
- 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*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Virtuelle Jahrestagung 2021.
- Kubsch, M., Stamer, I., Steiner, M., Neumann, K. & Parchmann, I. (2021). Beyond p-values: Using Bayesian Data Analysis in Science Education Research. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 26(1). <https://doi.org/10.7275/VZPW-NG13>
- Stinken-Rösner, L. (2021). Digitale Medien in der naturwissenschaftlichen Lehrkräftebildung: Integriert statt zusätzlich. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/1114>
- Schubatzky, T., Burde, J.-P., Riese, J. & Weiler, D. (2022). Das Gesamtuntersuchungsdesign im Verbundprojekt DiKoLeP. In S. Habig (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik online Jahrestagung 2021* (S. 784–787).
- SWK. (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule*. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2022/SWK-2022-Gutachten\\_Digitalisierung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/KMK/SWK/2022/SWK-2022-Gutachten_Digitalisierung.pdf)
- 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. <https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1498039>
- Weiler, D., Burde, J.-P., Große-Heilmann, R., Lachner, A., Riese, J. & Schubatzky, T. (2022). Bedarfsanalyse zu digitalen Medien bei Physik-Lehramtsstudierenden. In S. Habig (Hrsg.), *Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik online Jahrestagung 2021* (S. 1–4).
- 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*, 209–215.
- Wilson, M. L., Ritzhaupt, A. D. & Cheng, L. (2020). The impact of teacher education courses for technology integration on pre-service teacher knowledge: A meta-analysis study. *Computers & Education*, 156, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103941>