

Josef Riese<sup>1</sup>  
Jan-Philipp Burde<sup>2</sup>  
Kasim Costan<sup>3</sup>  
Rike Große Heilmann<sup>1</sup>  
Christoph Kulgemeyer<sup>3</sup>  
Thomas Schubatzky<sup>4</sup>  
David Christoph Weiler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universität Paderborn  
<sup>2</sup>Universität Tübingen  
<sup>3</sup>Universität Bremen  
<sup>4</sup>Universität Innsbruck

## **Adaptive Fortbildungen zu digitalen Medien im Physikunterricht**

### **Einleitung und theoretischer Rahmen**

In den vergangenen Jahren haben digitale Medien zunehmend an Bedeutung im Fachunterricht gewonnen (vgl. Eickelmann et al., 2019). Speziell im Fach Physik bietet der Einsatz digitaler Medien ein großes Potenzial. Beispielsweise können nicht unmittelbar erfahrbare physikalische Größen und Vorgänge (z. B. in Stromkreisen) mittels Verfahren aus dem Bereich erweiterter oder virtueller Realität (AR / VR) visualisiert werden. Sensoren mobiler Endgeräte etwa können mit Hilfe von Apps wie Phyphox zur digitalen Messwerterfassung in Schülerversuchen genutzt werden, wo vorher nur Demonstrationsversuche möglich waren (als Überblick vgl. z. B. Hillmayr et al., 2020; Girwidz & Kohnle, 2021).

Unterrichtsqualität profitiert allerdings nicht per se davon, dass digitale Medien eingesetzt werden. Eine didaktisch zielführende Einbindung setzt sowohl kognitive als auch affektive und handlungsnaher Komponenten (vgl. Blömeke et al., 2015) digitalisierungsbezogener Kompetenzen bei Lehrkräften voraus, die im Rahmen der Lehrkräftebildung gefördert werden sollten. Zur Beschreibung der Struktur kognitiver digitalisierungsbezogener Kompetenzen bei Lehrkräften wird häufig das international etablierte TPACK-Modell (Koehler et al., 2013) herangezogen. Dabei werden die professionsspezifischen fachlichen (CK), fachdidaktischen (PCK) und pädagogischen (PK) Domänen um einen technologiebezogenen Bereich (TK) ergänzt. Dadurch können zusätzlich technologiebezogene fachliche (TCK), pädagogische (TPK) und fachdidaktische (TPCK, genannt TPACK) Kompetenzaspekte beschrieben werden. Konkrete davon ausgehende, fachspezifisch ausgeschärfte Kompetenzerwartungen für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik werden für den deutschsprachigen Raum auch im Orientierungsrahmen DiKoLAN (*Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften*, vgl. Becker, Meßinger-Koppelt & Thyssen, 2020) beschrieben.

Im Hinblick auf affektive Komponenten digitalisierungsbezogener Kompetenzen ist insbesondere die Motivation, digitale Medien im eigenen Unterricht einzusetzen, zu nennen. Diese ist bei Lehrkräften im Mittel durchaus hoch ausgeprägt – vorausgesetzt, die digitalen Medien werden als nützlich und benutzungsfreundlich empfunden (Granic & Marangunic, 2019; Scherer & Teo, 2019). Nützlichkeits- und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bestimmen darüber hinaus auch die Qualität von Unterrichtsplanungen (Backfisch et al., 2020). Insgesamt wird die eigene digitalisierungsbezogene Kompetenz jedoch eher als mittelmäßig eingeschätzt (Drossel & Eickelmann, 2018), so dass der Bedarf von digitalisierungsbezogenen Fortbildungsformaten auch aus der Sicht von Lehrkräften besteht.

### Ziele des vorgestellten Projekts

Das vorgestellte Projekt ist Teil des Verbundprojekts ComeMINT-Netzwerk (vgl. auch Beiträge von Ponath et al. und Tenberge et al. in diesem Band). Der Verbund hat insgesamt das Ziel, forschungsbasiert digitalisierungsbezogene Fortbildungskonzepte zur Professionalisierung (angehender) MINT-Lehrkräfte und Multiplikator:innen zu entwickeln und dabei evidenzgestützte Kriterien lernwirksamer Fortbildungen zu berücksichtigen. Speziell im Fach Physik soll ein adaptives Förder- und Fortbildungskonzept bzgl. des fachdidaktisch begründeten Einsatzes digitaler Medien im Physikunterricht erstellt und evaluiert werden. Im Einzelnen werden die folgenden Ziele im skizzierten Projekt verfolgt:

- Bedarfsermittlung aus der Sicht der Schulpraxis
- Ausgestaltung und Angebot von Fortbildungsmodulen
  - a) *Online-Assessment und adaptive Zuordnung von Selbstlernmodulen*
  - b) *Fortbildungen mit Präsenzelementen und Eingangsdiagnose*
- Evaluation des Förder- und Fortbildungskonzepts

### Bedürfnisanalyse und erste Ergebnisse

Zur bedarfsgerechten Gestaltung des Fortbildungskonzepts erfolgte eine Erhebung bei 159 praktizierenden Lehrkräften und Fachleitungen aus Deutschland und Österreich u.a. im Hinblick auf Vorerfahrungen mit und Interesse an digitalen Medien sowie empfundenen Fortbildungsbedarfen. Ausgewählte (vorläufigen) Ergebnisse der Bedürfniserhebung sind nachfolgend in Abb. 1 dargestellt:

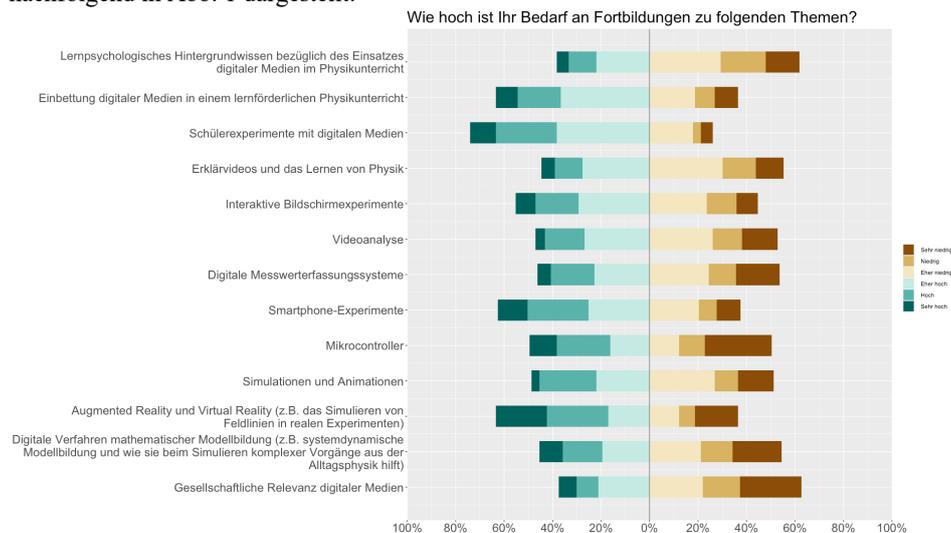


Abb. 1: Erste Ergebnisse der Bedarfsanalyse

### Gestaltung der Fortbildungsmodule

Studienergebnisse zeigen, dass ein- oder halbtägige Fortbildungsformate für eine nachhaltige Veränderung im Unterrichtsgeschehen nur bedingt geeignet sind (vgl. Rzejak & Lipowsky 2018; Gräsel et al., 2006). Als günstig haben sich modular aufgebaute Lehrkräftefortbildungen erwiesen, in denen Selbstlernphasen sowie Phasen der gemeinsamen Erarbeitung und Reflexion vorgesehen werden. Ferner sollten sich Lehrkräftefortbildungen über mehrere Monate erstrecken und kurze Erprobungen in der eigenen schulischen Praxis enthalten, die in

der Fortbildungsgruppe reflektiert werden (Lipowsky & Rzejak, 2020). Über alle Phasen hinweg sollte dabei der kollegiale Austausch im Vordergrund stehen, der sich bereits in vorausgegangenen Studien als Prädiktor für die Integration digitaler Medien im Praxisgeschehen erwiesen hat (vgl. Drossel & Eickelmann, 2018). Vor diesem Hintergrund umfassen das in diesem Projekt geplante Fortbildungskonzept sowohl Selbstlernmodule als auch Präsenzanteile, die unter Berücksichtigung der folgenden Kriterien konzipiert werden:

- a) Verknüpfung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen, b) Thematisierung von Kernpraktiken von Lehrkräften, c) Unterrichtsbezogene Kooperation, d) Inhaltliche und fachliche Fokussierung, e) Einbringen von Feedback, f) Sichtbarmachen von Relevanz.

Auf inhaltlicher Ebene werden die folgenden Themen in den geplanten Modulen adressiert:

- Einführung und Grundlagen zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht
- Erklärvideos und deren Erstellung
- Simulationen
- Interaktive Bildelemente
- Augmented Reality
- Mathematische Modellbildung
- Digitale Messwerterfassung mit Lehrmittelsystemen, Smartphones und Mikrocontrollern
- Videoanalyse

Angesichts der erwarteten Heterogenität bzgl. Digitaler Kompetenzen von Lehrkräften wird ein adaptiver Ansatz für das zu entwickelnde Förder- und Fortbildungskonzept gewählt: Vor der Nutzung eines Selbstlernmoduls sowie in Vorbereitung auf ein Präsenzmodul werden Vorerfahrungen und Eingangskompetenzen diagnostiziert und darauf aufbauend passgenaue Module des Förderkonzepts vorgeschlagen. Je nach gewünschtem Fortbildungselement bezieht sich das Self-Assessment dabei auf zentrale Aspekte professioneller Kompetenz: Disposition (insb. Fachdid. Wissen zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht), Performanz (insb. Erklärfähigkeit) und Nutzertypen digitaler Medien. Dazu werden bereits vorliegende Testverfahren (z.B. Große-Heilmann et al., 2022; Bartels & Kulgemeyer, 2018; Vogelsang et al., 2019) und Materialien zu verschiedenen Aspekten Digitaler Kompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften iterativ weiterentwickelt. Die Implementation des Förderkonzepts erfolgt in unterschiedlichen Lernsettings in der Aus- und Fortbildung, wobei die Lernwirksamkeit, Praktikabilität und Akzeptanz des Förderkonzepts in der Zielgruppe sowie auf der Ebene von Multiplikator:innen beforscht werden.

Das Angebot erster Fortbildungen ist Anfang 2024 geplant. Parallel wird am Online-Portal (Self-Assessment mit adaptiver Zuweisung digitaler Lernmodule) gearbeitet.

### **Förderhinweis**

Finanziert durch die Europäische Union – NextGenerationEU und gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung unter der FKZ 01JA23M06(A-O). Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschließlich die der Autor:innen und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union, Europäischen Kommission oder des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wider. Weder Europäische Union, Europäische Kommission noch Bundesministerium für Bildung und Forschung können für sie verantwortlich gemacht werden.

## Literatur

- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F. & Scheiter, K. (2020). Professional Knowledge or Motivation? Investigating the Role of Teachers' Expertise on the Quality of Technology-Enhanced Lesson Plans. *Learning and Instruction*, 66, Artikel 101300. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Bartels, H., & Kulgemeyer, C. (2018). Explaining physics: An online test for self-assessment and instructor training. *European Journal of Physics*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aeb5e>
- Becker, S., Meßinger-Koppelt, J. & Thyssen, C. (Hrsg.) (2020). *Digitale Basiskompetenzen – Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung.
- Blömeke, S., Gustafsson, J. & Shavelson, R. (2015). Beyond Dichotomies. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Drossel, K. & Eickelmann, B. (2018). Die Rolle der Lehrerprofessionalisierung für die Implementierung neuer Technologien in den Unterricht – Eine Latent-Class-Analyse zur Identifikation von Lehrertypen. *Medienpädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, (31), 166–191. <https://doi.org/10.21240/mpaed/31/2018.06.04.X>
- 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.
- Girwidz, R.; Kohnle, A. *Multimedia and Digital Media in Physics Instruction*. In *Physics Education*; Fischer, H.E., Ed.; Springer International Publishing AG: Cham, Switzerland, 2021; pp. 297–336.
- Granic, A. & Marangunic, N. (2019). Technology Acceptance Model in Educational Context: A Systematic Literature Review. *British Journal of Educational Technology*, 50 (5), 2572–2593. <https://doi.org/10.1111/bjet.12864>
- Gräsel, C., Fussangel, K. & Parchmann, I. (2006). Lerngemeinschaften in der Lehrerfortbildung. Kooperationserfahrungen und -überzeugungen von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 545–561. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0167-0>
- Große-Heilmann, R., Riese, J., Burde, J.-P., Schubatzky, T [Thomas] & 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.; Zierwald, L.; Reinhold, F.; Hofer, S.I.; Reiss, K.M. The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Comput. Educ.* 2020, 153, 103897.
- Koehler, M.J., Mishra, P. & Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193 (3), 13–19. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2020). Welche Art von Fortbildung wirkt?. Was Lehrkräfte lernen müssen. Bedarfe der Lehrkräftefortbildung in Deutschland. Berlin: Friedrich Ebert Stiftung, 19-38.
- Rzejak, D. & Lipowsky, F. (2019). Forschungsüberblick zu Merkmalen wirksamer Lehrerfortbildungen. In I. Grothus (Hrsg.), *Lehrkräftefortbildung in Deutschland. Recherchen für eine Bestandsaufnahme* (S. 131–141). Deutscher Verein für Lehrerfortbildung.
- Scherer, R. & Teo, T. (2019). Unpacking Teachers' Intentions to Integrate Technology: A Meta-Analysis. *Educational Research Review*, 27, 90–109. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.001>
- 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>