

Fortbildung zum fächerübergreifenden Unterrichten mit digitalen Medien (DigiProMIN)

Theoretischer Hintergrund

Kontextorientierung, forschendes Lernen und digitale Medien

Naturwissenschaftlicher Unterricht steht vor der Herausforderung, Lernenden den Transfer fachlicher Inhalte auf lebensweltliche Problemstellungen zu ermöglichen. Kontextorientiertes Lernen bietet hierfür einen Ansatz, indem es authentische, interdisziplinäre Lehr-Lernszenarien schafft, die Fachwissen sowie Urteils- und Handlungskompetenzen fördern (Demuth et al., 2008). Themen wie Klimawandel oder Gentechnik verbinden fachliche Konzepte mit gesellschaftlicher Relevanz und fördern selbstreguliertes sowie kooperatives Lernen (Demuth et al., 2008). Kontextorientierter Unterricht vernetzt naturwissenschaftliche Inhalte und vertieft das Konzeptverständnis (Nerdel, 2017). Ein daran anknüpfender Ansatz ist das Forschende Lernen. Es fördert naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, indem Lernende durch problemorientiertes Experimentieren Erkenntnisse gewinnen (Höttecke, 2010). Authentische Kontexte, offene Fragen und Kooperation stehen im Zentrum (Huber & Reinmann, 2019). Digitale Medien können diesen Prozess unterstützen, indem sie komplexe Phänomene veranschaulichen und Forschendes Lernen durch innovative Technologien wie AR¹ erweitern (Hüwer et al., 2019). Mit der digitalen Transformation steigen die Anforderungen, digitale Werkzeuge lernförderlich und reflektiert zu integrieren (Scheiter, 2021). Technologisch-pädagogisch-fachdidaktische Kompetenzen (TPACK) gelten als Schlüssel zeitgemäßen Unterrichts (Koehler & Mishra, 2009). Der DigCompEdu-Rahmen (Redecker & Punie, 2017), in Bayern zum DigCompEdu *Bavaria* mit sechs Kompetenzbereichen und 22 Teilkompetenzen weiterentwickelt (ISB, 2017), konkretisiert diese Anforderungen und dient der Planung sowie Reflexion digitaler Szenarien. Neben fachlichen Aspekten beeinflussen personale Faktoren wie Selbstwirksamkeit und Einstellungen den erfolgreichen Medieneinsatz. Studien zeigen, dass hohe Selbstwirksamkeit und positive Einstellungen die Nutzungsintention fördern, während Unsicherheit und Skepsis den Einsatz innovativer Technologien wie KI oder AR hemmen (Vodafone Stiftung Deutschland, 2024). Trotz besserer Ausstattung zeigen ICILS-Befunde (2023) eine weiterhin begrenzte fachdidaktische Integration digitaler Medien (Eickelmann et al., 2024). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit gezielter, fachspezifischer Fortbildungen, die Kompetenzen, Einstellungen und Akzeptanz gleichermaßen fördern (Scheiter, 2021).

Forschungsfragen

Um das DigiProMIN-Fortbildungskonzept zum digital-gestützten Forschenden Lernen an die Bedarfe der MINT-Lehrkräfte anzupassen wurden folgende Fragestellungen formuliert:

FF1 Wie beurteilen Lehrkräfte ihr medienbezogenes Professionswissen (DigCompEdu)?

FF2 Wie schätzen Lehrkräfte ihre Einstellungen und Selbstwirksamkeit ein?

FF3 Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem selbsteingeschätzten Professionswissen, Einstellungen und Selbstwirksamkeit hinsichtlich digitaler Medien?

¹ Augmented Reality

Forschungsmethoden

Stichprobe und Durchführung

Die Stichprobe umfasst 71 MINT-Lehrkräfte (Schwerpunkt Biologie und Chemie) der Schulformen Gymnasium, Realschule sowie Fach- und Berufsoberschule aus Deutschland. Etwa 63 % stammen aus Bayern, weitere aus Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern, Baden-Württemberg und Berlin. 61 % der Teilnehmenden waren weiblich, 35 % männlich ($M = 38.96$ Jahre, $SD = 9.32$). Die Mehrheit verfügte über Erfahrung im Umgang mit digitalen Medien und hatte an thematisch einschlägigen Fortbildungen teilgenommen. Die Datenerhebung erfolgte von Februar bis August 2025 im Rahmen der Fortbildung: Zu Beginn wurden medienbezogenes Professionswissen, Einstellungen und Selbstwirksamkeit erhoben. Anschließend nahmen die Teilnehmenden an Modul 1 („Forschendes Lernen“) und Modul 2 („Künstliche Intelligenz im MINT-Unterricht“) teil. Beide Module (jeweils 14:00–18:00 Uhr) fanden halbtägig im Didaktiklabor der TUM oder an kooperierenden Schulen statt.

Gestaltung des Fortbildungsprogramms

Die DigiProMIN-Fortbildung basiert auf einem evidenzbasierten, modularen Konzept, das Lehrkräfte aktiv in die Entwicklung und Reflexion digital-gestützter Unterrichtskonzepte einbindet. Es kombiniert forschendes, kooperatives und selbstgesteuertes Lernen und orientiert sich an dem TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2009) und DigCompEdu-Kompetenzrahmen (Redecker & Punie, 2017). Modul 1 fokussiert das digital-gestützte Forschende Lernen am Beispiel „Gärung“: Nach einer Einführung in die App-Pakete (z.B. Messwerterfassung, AR) führen die Teilnehmenden das digital-gestützte Hefe-Experiment durch und reflektieren den Einsatz im MINT-Unterricht. Modul 2 widmet sich dem Einsatz von KI im Unterricht. Nach einer Einführung in neuronale Netze und maschinelles Lernen entwickeln die Teilnehmenden mit Tools wie *To Teach* oder *ChatGPT* KI-gestützte Lernszenarien, erproben Prompting-Strategien und diskutieren Potenziale sowie Grenzen von KI.

Erhebungsinstrumente und -methoden

Zur Erfassung der Personenmerkmale und des selbsteingeschätzten Professionswissens im bezüglich Forschenden Lernens wurde ein Fragebogen entwickelt, der sich an einschlägiger Literatur gemäß DigCompEdu und TPACK orientiert (Redecker & Punie, 2017; Ripsam, 2023). Die Reliabilitätsanalyse zeigte für die verwendeten Skalen überwiegend gute bis exzellente interne Konsistenzen und bestätigte die Zuverlässigkeit des Messinstruments (s. Tab. 1):

Tab. 1: Skalendokumentation; Itemanzahl (N) und Cronbachs-alpha (α)

Konstrukte	N	α	Ausgewähltes Beispielim
7 Skalen zu Kompetenzbereichen mit insgesamt 22 Subskalen	3 < N < 18	.49 < α < .96	„Ich wähle digitale Technologien [...] systematisch aus, um die Lernziele in meinen Lernkonzepten zum Forschenden Lernen im MIN-Unterricht zu erreichen.“
2 Skalen zu Einstellungen / Selbstwirksamkeit mit insgesamt 6 Subskalen	2 < N < 16	.64 < α < .92	„Durch den Einsatz digitaler Medien können Schüler:innen besser zum Forschenden Lernen in MIN-Fächern motiviert werden.“

Die Datenauswertung erfolgte mithilfe deskriptiver Statistik und Verfahren der klassischen Testtheorie (Korrelationen, Regressionen).

Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

Deskriptive Statistik

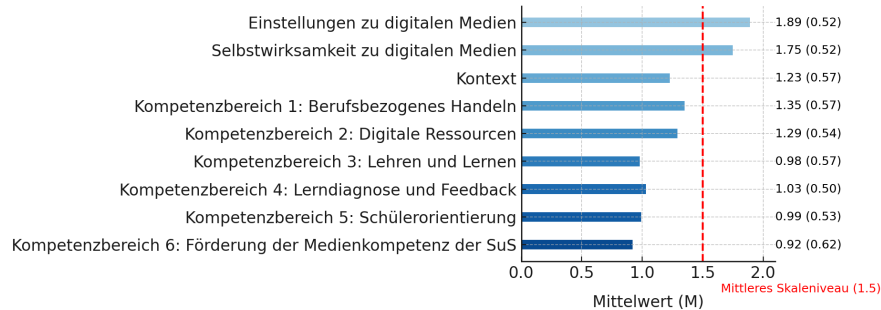


Abb. 1: Deskriptive Statistik zu den 9 Hauptskalen auf einer vierstufigen Likert-Skala (0=trifft nicht zu; 3=trifft voll zu) mit Mittelwerten (M) und Standardabweichungen (SD)

Die Ergebnisse zeigen differenzierte Selbsteinschätzungen zum medienbezogenen Professionalisierungswissen. Höchste Werte fanden sich in technisch-organisatorischen Bereichen (Kompetenzbereiche 1 + 2), während pädagogisch-didaktische Dimensionen (3–6) deutlich niedriger ausfielen. Dies weist auf technologische Handlungssicherheit bei gleichzeitiger Unsicherheit in der didaktischen Integration digitaler Medien hin (Eickelmann et al., 2024; Ifenthaler & Yau, 2020). Die Einstellungen gegenüber digital-gestütztem Forschenden Lernen waren überwiegend positiv und zeigen Offenheit für digitale Innovationen im MINT-Unterricht (Petko, 2012). Auch die Selbstwirksamkeit deutet auf moderates Vertrauen im Umgang mit digitalen Medien mit Unsicherheiten vermutlich in der didaktischen Anwendung hin (Furtak et al., 2012). Da die Skalen nicht geeicht sind, sollten die Befunde vorsichtig interpretiert werden. Sie verweisen jedoch auf ein reflektiertes, zugleich entwicklungsbedürftiges Kompetenzbewusstsein und unterstreichen den Bedarf an Fortbildungen, die über technische Schulungen hinausgehen und gezielt die didaktisch fundierte Nutzung digitaler Medien für forschendes Lernen fördern (Kerres, 2018).

Korrelations- und Regressionsanalysen

Die Korrelationsanalyse zeigte ein signifikantes Muster moderater Zusammenhänge zwischen Personenmerkmalen und Kompetenzbereichen ($r = .32-.56$, $p < .01$). Besonders stark korrelierte die TPCK-bezogene Selbstwirksamkeit mit *Lehren und Lernen* ($r = .49^{**}$) und *Digitalen Ressourcen* ($r = .48^{**}$). In den Regressionsanalysen erwiesen sich Kontextorientierung ($\beta = .49$) und TPCK-bezogene Selbstwirksamkeit ($\beta = .39$) als zentrale Prädiktoren ($R^2 = .49$). Lehrkräfte mit hoher Kontextorientierung und Selbstwirksamkeit schätzten ihre digitalen Kompetenzen signifikant höher ein, was die Bedeutung kontextorientierter, (medien-)didaktisch fundierter Professionalisierung betont (Kerres, 2018).

Ausblick

Mit DigiProMIN liegt ein Fortbildungskonzept vor, das die tatsächlichen Bedarfe von Lehrkräften adressiert und praxisnah aufgreift; ein nächster sinnvoller Schritt besteht darin, die Wirksamkeit des Programms in zukünftigen Implementationen systematisch zu evaluieren.

Literatur

- Demuth, R., Grasel, C., Parchmann, I. & Ralle, B. (Eds.). (2008). *Chemie im Kontext: Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Waxmann.
- Eickelmann, B., Fröhlich, N., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Eds.). (2024). *ICILS 2023 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*. Waxmann.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Höttecke, D. (2010). Forschend-entdeckender Physikunterricht. Ein Überblick zu Hintergründen, Chancen und Umsetzungsmöglichkeiten entsprechender Unterrichtskonzeptionen. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik*, 21, 4-12.
- Huber, L. & Reinmann, G. (2019). *Vom forschungsnahen zum forschenden Lernen an Hochschulen: Wege der Bildung durch Wissenschaft*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-24949-6>
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S. & Thyssen, C. (2019). Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *MNU Journal*, 72(5), 358-364.
- Ifenthaler, D. & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961-1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- ISB. (2017). *Kompetenzrahmen zur Medienbildung an bayerischen Schulen. Referat Medienbildung, Staatsinstitut für Schulqualität und, Bildungsforschung*. <https://mebis.bycs.de/beitrag/kompetenzrahmen-zur-medienbildung>
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik: Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>
- Petko, D. (2012). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto, & P. Grell (Eds.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (pp. 29-50). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_3
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Ripsam, M. (2023). *Wirksamkeit von Augmented Reality zur Förderung des Stoff-Teilchen-Konzeptverständnisses* [Dissertation, Technische Universität München]. München. <https://media-tum.ub.tum.de/?id=1714557>
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1039-1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>
- Vodafone Stiftung Deutschland. (2024). *Pioniere des Wandels: Wie Schüler:innen KI im Unterricht nutzen möchten*. Vodafone Stiftung Deutschland gGmbH. <https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2024/03/Pioniere-des-Wandels-wie-Schueler-innen-KI-im-Unterricht-nutzen-wollen-Jugendstudie-der-VS-2024.pdf>