

Jonas Ponath¹
Claudia Bohrmann-Linde²
Isabel Rubner³
Katrin Sommer⁴
Sabine Fechner¹

¹Universität Paderborn
²Bergische Universität Wuppertal
³Pädagogische Hochschule Weingarten
⁴Ruhr-Universität Bochum

Digitalisierungsbezogene Kompetenzen (angehender) Chemielehrkräfte

Ausgangslage

Im naturwissenschaftlichen Unterricht nimmt die Bedeutung von digitalen Medien immer weiter zu (Bos et al., 2017). Schulische Bildung soll seit der Veröffentlichung des Handlungskonzepts „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK, 2017) auch eine umfassende Vermittlung von Handlungskompetenzen im Umgang mit digitalen Medien umfassen. Digitale Gestaltungsmöglichkeiten des Chemieunterrichts sind beispielsweise der Einsatz von digitaler Messwerterfassung in authentischen Kontexten. Solche modernen Instrumente sind jedoch weder für Lernende noch für Lehrkräfte selbsterklärend und machen daher aus Perspektive der Lehrkräftebildung Fortbildungsangebote für Lehrkräfte notwendig (Kammerl & Dertinger, 2020). Der Mehrheit der Lehrkräfte fällt es weiterhin schwer, die neuen Anforderungen zu erfüllen und digitale Gestaltungsmöglichkeiten im Unterricht einzusetzen (Eickelmann et al., 2019).

Theoretischer Hintergrund

Technologiebezogene, professionelle Handlungskompetenz lässt sich nach dem international fundierten und empirisch breit fundierten TPACK-Modell (Koehler et al., 2013) beschreiben. In diesem werden Wissensbereiche abgebildet, welche für Lehrkräfte im Zusammenhang mit Digitalisierung von Bedeutung sind. Das *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) ist in diesem Modell eine technologiebezogene Erweiterung des *pedagogical content knowledge* (PCK) nach Shulman (1987), welches als empirisch fundiertes Modell zur Darstellung des Professionswissens von Lehrkräften gilt.

Um nun ausgehend von dem fachübergreifenden Kompetenzmodell hin zu naturwissenschaftsspezifischen Kompetenzerwartungen zu gelangen, haben Becker et al. (2020) den Orientierungsrahmen „Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften“ (DiKoLAN) formuliert. Aus diesem lassen sich konkret für das Fach Chemie digitalisierungsbezogene Kompetenzen ableiten. Dort sind neben allgemeineren Kompetenzen wie „Dokumentation“, „Präsentation“, „Kommunikation/Kollaboration“ und „Recherche und Bewertung“ auch die fachspezifischen Kompetenzen „Messwert- und Datenerfassung“, „Datenverarbeitung“ und „Simulation und Modellierung“ aufgeführt, welche konkrete Kompetenzerwartungen formulieren. Diesen Kompetenzerwartungen liegen die drei Anforderungsbereiche „Nennen“, „Beschreiben“ und „Anwenden/Durchführen“ zugrunde. Die digitalisierungsbezogenen Kompetenzen (DBK) für den Chemieunterricht umfassen dabei insbesondere die fachspezifischen Bereiche der Messwert- und Datenerfassung, der Datenverarbeitung sowie der Simulation und Modellierung (vgl. DiKoLAN; Becker et al., 2020), aber auch deren kritische Reflexion.

Der zielführende Einsatz digitaler Medien setzt bei den unterrichtenden Lehrkräften bestimmte DBK voraus. Schwierigkeiten ergeben sich aktuell noch in der konkreten Erfassung dieser Kompetenzen. Bisher wurden DBK vor allem über Selbsteinschätzungsskalen erhoben, wie sie beispielsweise bei Wang et al. (2018) oder Vogelsang et al. (2019) eingesetzt werden. Auch die DiKoLAN-Kompetenzerwartungen werden mittels Selbsteinschätzung z.B. im Self-Assessment-Tool DiKoLAN-Grid (Kotzebue et al., 2021) abgefragt.

Das diesem Projekt zu Grunde liegende Forschungsdesiderat besteht also in der konkreteren Erfassung (ohne Selbsteinschätzung) und bedarfsgerechten Förderung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen bei (angehenden) Chemielehrkräften.

Erkenntnisse der Fortbildungsforschung

In dem Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) werden ländergemeinsame Eckpunkte zur Fortbildung von Lehrkräften formuliert. Dort beschreibt die KMK (2020, S. 3) Fortbildung von Lehrkräften als „Bestandteil [der Professionalisierung] der dritten Phase der Lehrerbildung“. Untersuchungen von Granić und Marangunić (2019) sowie Scherer und Teo (2019) zeigen, dass Lehrkräfte grundsätzlich eine hohe Motivation aufweisen, digitale Medien einzusetzen, falls diese als nützlich und benutzendenfreundlich empfunden werden. Obwohl die eigenen DBK von Lehrkräften überwiegend als nur mittelmäßig eingeschätzt werden (Drossel & Eickelmann, 2018), ist die Teilnahmequote an fächerspezifischen Fortbildungen zur Verwendung von digitalen Werkzeugen in Nordrhein-Westfalen unterdurchschnittlich (Eickelmann, 2019; Endberg & Lorenz, 2017). Dies könnte unter anderem daran liegen, dass die Qualität des resultierenden Unterrichts nach einer besuchten Fortbildung auch von Selbstwirksamkeitsüberzeugungen abhängt (Backfisch et al., 2020), welche bei den Lehrkräften nur mäßig stark ausgeprägt sind (ebd.).

Projekt: Com^eMINT-Netzwerk

Um den oben beschriebenen Umständen bisheriger Fortbildungen zu begegnen, wurde der Verbund Com^eMINT-Netzwerk, bestehend aus 14 Hochschulen mit Schwerpunkt auf den lehrkräftebildenden Universitäten Nordrhein-Westfalens, gebildet. Für die bedarfsgerechte Bereitstellung von adaptiven Fortbildungsangeboten ist es von großer Bedeutung, existierende Bedarfe und Gelingensbedingungen von Lehrkräftefortbildungen zu untersuchen. Im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts Com^eMINT-Netzwerk sollen zur Förderung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen Fortbildungskonzepte entwickelt und erprobt werden. In den fachspezifischen ComeNets werden fachbezogene Module (u.a. mit BNE-Bezug) bereitgestellt, adaptiv an die jeweilige Bedarfslage angepasst und iterativ weiterentwickelt. Neben der Erprobung und Evaluation eines Fortbildungsmoduls in verschiedenen Netzwerken ist es außerdem wichtig, adressaten- und inhaltspezifische Gelingensbedingungen zu identifizieren. In einem Design-Based-Research Ansatz (Gess et al., 2014) werden nach einer Erhebung der Fortbildungsbedarfe prototypische Fortbildungsmodule entwickelt. Um ein adaptives Angebot an Fortbildungsmodulen zu gewährleisten, ist außerdem die Entwicklung eines (Online-)Self-Assessment-Tools (SAT) geplant, das an Vorarbeiten aus dem Fach Physik ansetzt (Große-Heilmann et al., 2022).

Entwicklung eines Self-Assessment-Tools

Eine wichtige Kompetenzfacette der DBK ist das fachdidaktische Wissen (FDW) zum Einsatz digitaler Medien. Allgemein ist das fachdidaktische Wissen bzw. Professionswissen in den Naturwissenschaften bereits umfangreich erforscht, siehe z.B. die ProwiN-Studie (Tepner et al., 2012), KiL-Studie (Kröger et al., 2014) oder die Profile-P-Studie (Riese et al., 2017). Alle weisen jedoch wenig Bezüge zu digitalen Medien auf, weshalb an dieser Stelle ein Forschungsdesiderat (s.o.) postuliert werden kann. Die Problematik bei der Erfassung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen über Selbsteinschätzungsskalen besteht darin, dass diese zwar valide gemessen werden, aber dennoch nicht den tatsächlichen Kompetenzstand abbilden können (Krempkow et al., 2022). Des Weiteren eignen sich Selbsteinschätzungen wenig zur Evaluation von Fortbildungen (Richter et al., 2013), da die Wahl einer Fortbildung oft nach Neigung bzw. persönlichem Interesse erfolgt (Rzejak & Lipowsky, 2019). Vorarbeiten aus der Physik (Große-Heilmann et al., 2022) zeigen mithilfe von Wissenstests als weitere Möglichkeit neben Selbsteinschätzungsskalen einen Weg auf, das fachdidaktische

Wissen zum Einsatz digitaler Medien valide zu messen. Für das Fach Chemie gibt es bisher noch wenige Möglichkeiten, digitale Kompetenzen ohne Selbsteinschätzungsinstrumente zu messen, weshalb hier die Entwicklung eines solchen Tests zur validen Kompetenzerfassung angestrebt wird. Ebenso soll dieser Test als Teil eines Self-Assessment-Tools zur Evaluation der Fortbildungen eingesetzt werden.

Die Konzeption des FDW-Tests erfolgt angelehnt an die operationalisierten Kompetenzerwartungen des DiKoLAN-Orientierungsrahmens (Becker et al., 2020). Inhaltlich soll ein Querschnitt aus allen Inhaltsfeldern des nordrhein-westfälischen Kernlehrplans integriert und abgebildet werden. Bei der Formulierung der Items werden konkrete Lernszenarien und Lernziele unter Einbezug digitaler Medien konstruiert. Das fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte soll somit zur Beurteilung praxistauglicher Handlungsentscheidungen überprüft werden. Ein Beispiel wäre die Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten eines digitalen Messwerterfassungssystems innerhalb eines definierten Lernsettings. Im geschlossenen Mehrfachwahlaufgabenformat können je Aufgabe 4 Items (mit Attraktoren und Distraktoren) mit den Antwortmöglichkeiten „Ja“, „Nein“ und „Keine Angabe“ beantwortet werden.

Um Rate-Wahrscheinlichkeiten aufgrund von fehlendem technischen Wissen über das jeweilige digitale Werkzeug zu minimieren, werden in einer informativen Vignette die wichtigsten technischen Informationen zum jeweiligen Werkzeug vorgegeben. Dies erscheint besonders sinnvoll in Anbetracht der Befunde, dass in Bezug auf digitalen Medien das technische Wissen (TK) mit dem fachdidaktischen Wissen (PCK) korreliert (Cetin-Dindar et al., 2018).

Ausblick

Nach der Auswertung der durchgeführten Bedarfsanalyse wird parallel mit der Entwicklung des ersten adaptiven Fortbildungsmoduls begonnen, während der FDW-Test als Self-Assessment-Tool begleitend konzipiert wird. Mit der ersten Erprobung der Fortbildungen sowie der Pilotierung des FDW-Tests ist im kommenden Jahr zu rechnen.

Literaturverzeichnis

- 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, 101300.
- Becker, S., Alexander Finger, Johannes Huwer, Erik Kremser, Monique Meier & Lena Von Kotzebue. (2020). Orientierungsrahmen Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften – DiKoLAN. In *Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (14–43).
- Bos, W., Lorenz, R., Endberg, M., Eickelmann, B., Kammerl, R. & Welling, S. (Hrsg.). (2017). *Waxmann-E-Books : Empirische Erziehungswissenschaft. Schule digital - der Länderindikator 2016: Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich*. Waxmann.
- Cetin-Dindar, A., Boz, Y., Yildiran Sonmez, D. & Demirci Celep, N. (2018). Development of pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 167–183. <https://doi.org/10.1039/C7RP00175D>
- 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. *Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 31, 166–191.
- Eickelmann, B. (2019). Lehrerfortbildung im Kontext der digitalen Transformation: Herausforderungen, Befunde und Perspektiven für eine zukunftsfähige Gestaltung des Bildungssystems. In B. Priebe, W. Böttcher, U. Heinemann & C. Kubina (Hrsg.), *Steuerung und Qualitätsentwicklung im Fortbildungssystem. Probleme und Befunde – Standardbildung und Lösungsansätze* (S. 208–228). Klett Kallmeyer.
- Eickelmann, B., Massek, C. & Labusch, A. (2019). *ICILS 2018 #NRW: Erste Ergebnisse der Studie ICILS 2018 für Nordrhein-Westfalen im internationalen Vergleich* [1. Auflage]. Waxmann. <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/49780>
- Endberg, M. & Lorenz, R. (2017). Schule digital - der Länderindikator 2017. Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und

- Trends von 2015 bis 2017. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Waxmann-E-Books : Empirische Erziehungswissenschaft. Schule digital - der Länderindikator 2016: Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 84–121). Waxmann.
- Gess, C., Rueß, J. & Deicke, W. (2014). Design-based Research zur Verbesserung der Lehre an Hochschulen: Einführung und Praxisbeispiel. *Qualität in der Wissenschaft*, 8(1), 10–16.
- Granić, A. & Marangunić, N. (2019). Technology acceptance model in educational context: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2572–2593.
- 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>
- Kammerl, R. & Dertinger, A. (2020). Guter Unterricht mit mobilen Medien. Eine Darstellung einschlägiger Konzepte und aktueller Forschungsbefunde. In *Mobile Medien im Schulkontext* (S. 47–78). Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29039-9_4
- KMK (2017). Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“: Sekretariat der Ständigen Konferenz der. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit Weiterbildung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit>Weiterbildung.pdf)
- KMK (2020). Ländergemeinsame Eckpunkte zur Fortbildung von Lehrkräften als ein 13 Bestandteil ihrer Professionalisierung in der dritten Phase der Lehrerbildung.: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2020. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_03_12-Fortbildung-Lehrkraefte.pdf
- Kochler, 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>
- Kotzebue, L. von, Meier, M., Finger, A., Kremser, E., Huwer, J., Thoms, L.-J., Becker, S., Bruckermann, T. & 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>
- Krempkow, R., Gäde, M., Hönsch, A. & Boschert, C. (2022). Digitale Kompetenzen von Studierenden auf dem Prüfstand. Analysen zur Zuverlässigkeit der Erfassung digitaler Kompetenzen. *Qualität in der Wissenschaft*, 16(1), 20–28.
- Kröger, J., Neumann, K. & Petersen, S. (2014). Struktur und Entwicklung des Professionswissens angehender Physiklehrkräfte. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. (S. 106–109). IPN.
- Richter, D., Engelbert, M., Weirich, S. & Anand Pant, H. (2013). Differentielle Teilnahme an Lehrerfortbildungen und deren Zusammenhang mit professionsbezogenen Merkmalen von Lehrkräften *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 27(3), 193–207. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000104>
- 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>
- Rzejak, D. & Lipowsky, F. (2019). Konzeptionelle Merkmale wirksamer Fortbildungen für Lehrkräfte. In B. Priebe, W. Böttcher, U. Heinemann & C. Kubina (Hrsg.), *Steuerung und Qualitätsentwicklung im Fortbildungssystem. Probleme und Befunde – Standardbildung und Lösungsansätze* (S. 103–151). Klett Kallmeyer.
- 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>
- Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. *Scandinavian journal of educational research*, 31(2), 59–70. <https://doi.org/10.1080/0031383870310201>
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E. & Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- 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>
- 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>