

Melanie Ripsam¹
Claudia Nerdel¹
Lea Brückner²
Ilka Parchmann²
Jessica Maier³
Mirjam Steffensky³

¹Technische Universität München
²IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
³Universität Hamburg

Fortbildung zum fächer- und lernorteübergreifenden Unterrichten mit digitalen Medien

Theoretischer Hintergrund

Seit Jahren nimmt sich die Unterrichtsforschung der Schwierigkeiten hinsichtlich des Lehrens und Lernens im MIN-Bereich an. Die Lücke an erfolgreich eingesetzten Unterrichtskonzepten, bei denen das Wissen aus den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern auf reale Problemsituationen transferiert wird, ist noch groß (Huntemann et al. 1999). Kontextorientiertes Lernen zielt darauf ab, interdisziplinäre, authentische Lehr- und Lernumgebungen zu konstruieren, die Anknüpfungspunkte zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen demonstrieren (Bessenrodt 2007). Themen wie „Wasserstoff-/E-autos“ oder „Gentechnisch veränderte Lebensmittel“ sind in unserem Alltag allgegenwärtig. Entsprechend muss die Wichtigkeit von Naturwissenschaften im alltäglichen Leben einschließlich ihrer Gesellschaftsrelevanz in Schule und Unterricht gezielt thematisiert werden. Auf diese Weise erhalten Lernende einen Zugang zu diversen Berufsfeldern, welche naturwissenschaftliche Kompetenzen voraussetzen (Parchmann et al. 2007; Nerdel 2017). Lehrpersonen stehen vor der Herausforderung, interessante Kontexte auszuwählen und mit den Basiskonzepten in Relation zu setzen, damit zusammenhängende Begriffe oder Theorien herausgefiltert und in einer fächerübergreifenden Unterrichtsplanung berücksichtigt werden können (Demuth et al. 2008). Aktive, konstruktive, zielgerichtete, situierte und sozial eingebundene Lernprozesse können durch das *Forschende Lernen* initiiert werden (Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001; Scholkmann 2016). Unter Forschendem Lernen wird eine konkrete Lernaktivität verstanden, die den Lernenden ermutigt, in Form eines wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses Verständnis über naturwissenschaftliche Inhalte sowie (Erkenntnis-) Methoden aufzubauen (Otto et al. 2023). Hierfür zeigen sich Lehr-Lern-Labore im Erkenntnisgewinnungsprozess unterstützend, da sie in zyklischen und miteinander verbundenen Phasen Wechsel zwischen Theorie und Praxis bieten (Roth & Priemer 2020; Glocker et al. 2023). Insbesondere digitale Medien können das kontextorientierte Forschende Lernen gewinnbringend unterstützen, wenn diese als Lehr- und Lernwerkzeuge gezielt implementiert werden (Nerdel & Kotzebue 2020). Die Befunde der fach- und mediendidaktischen Lehr-Lernforschung belegen das Potential digitaler Medien für das Lehren und Lernen im MIN-Unterricht (z.B. Hillmayr et al. 2020). Darüber hinaus besitzen sie das große Potential, den Lernort Schule mit außerschulischen MIN-Lernorten zu verbinden. Entsprechend müssen (angehende) Lehrkräfte an der Schnittstelle von fachdidaktischem und technologischem Wissen mediendidaktische Kompetenzen zur Vervollständigung ihres Professionswissens erwerben (Digitaler Campus Bayern 2017). Der DigCompEdu-Kompetenzrahmen für Lehrkräfte gliedert sich in sechs fachunabhängige Kompetenzbereiche mit 22 Teilkompetenzen (Redecker 2017). Lehrkräfte sollten die Fähigkeit besitzen, anregende Lernumgebungen in den Unterricht zu implementieren, die digitale Innovationen im Forschungs- und Berufskontext behandeln und sich digitale Werkzeuge für die Unterrichtsgestal-

tung zu Nutzen machen. Daher sollten digitale Medien und ihre technischen Erneuerungen stärker in die fachspezifische Lehrkräftebildung und –fortbildung integriert werden (Digitaler Campus Bayern 2017). Laut Henne et al. (2021) werden die Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien, u.a. im experimentellen Kontext, im Unterricht aktuell kaum ausgeschöpft (Drossel et al. 2019). Das Potential innovativer Technologien für das Forschende Lernen wird nur mäßig ausgenutzt und beschränkt sich auf einen vergleichsweise einfachen Unterrichtseinsatz im Sinne niederschwelliger Anwendungen (z.B. PDF-Erstellen).

Ziele und wissenschaftliche Fragestellungen

Es wird eine fächer- und lernortübergreifende Lehrkräftefortbildung initiiert, die geeignete Kontexte (z.B. Ernährung) horizontal und vertikal über die Schullaufbahn thematisiert und die Möglichkeiten digitaler Werkzeuge zur Kompetenzförderung fokussiert. Mit dem Ziel die MIN-Fortbildung zu evaluieren, werden folgende Fragestellungen untersucht:

FF1: Inwiefern fördert die Fortbildung das technologiebezogene Professionswissen von MIN-Lehrkräften?

FF2: Wie schätzen die Lehrkräfte die Wirksamkeit der Fortbildungsreihe diesbezüglich ein?

Methodik

Gestaltung der Fortbildung. Das Fortbildungskonzept¹ stützt sich auf einem Basismodul zum digital gestützten fächerverbindenden Lernen an ausgewählten MIN-Kontexten (z.B. Gärung) und einem (bis zwei) weiteren Vertiefungsmodul(en) zum digital gestützten fächerverbindenden Lernen in den Sekundarstufen mit dem Fokus auf Berufseinblicken, Potentialen außerschulischer Lernorte für die digitale Transformation in den Naturwissenschaften. Der DigCompEdu-Referenzrahmen bildet in Hinblick auf die konzeptionelle Umsetzung und Evaluation die Basis für die Fortbildung. Ferner werden die Lehrkräfte, orientiert an der „symbiotischen Implementierungsstrategie“ (Gräsel & Parchmann 2004), in den Prozess der Konzeptentwicklung und –umsetzung einbezogen. Zur Erweiterung ihres Professionswissens richtet sich das Konzept an MIN-Lehrkräfte (Fokus: Biologie und Chemie) der weiterführenden Schulen (Gymnasium/FOS/BOS). Vor Fortbildungsbeginn können die Lehrpersonen eines von vier digitalen Schwerpunktpaketen wählen. Zum Beispiel werden im App-Paket *Digitale Messwertdatenerfassung* Messsonden zur Erfassung des Kohlenstoffdioxid-Gehalts bei Hefe-Experimenten eingesetzt, wodurch anschließend Diagrammdarstellungen und ihre -auswertungen am Tablet stattfinden können. In Modul 1 (Fokus: Mediendidaktik) wird das App-Paket bei Durchführung eines realen Hefe-Experiments erprobt sowie fach- und mediendidaktisch reflektiert. Es folgt auf Basis des App-Pakets die eigenständige Entwicklung eines Unterrichtskonzepts (passend zum Lehrplan). Das Unterrichtskonzept wird mit Unterstützung eines Moodle-Kurses im Anschluss an Modul 1 finalisiert und in den eigenen Fachunterricht implementiert. Es folgt Modul 2 (Fokus: Digitale Transformation), welches zum Austausch und zur Diskussion hinsichtlich der Implementation einlädt. Anschließend erhalten die Kursteilnehmenden eine Einführung in das Thema *Data Science*. Entsprechend werden die Möglichkeiten und Grenzen von Künstlicher Intelligenz im Allgemeinen und insbesondere beim naturwissenschaftlichen Arbeiten eruiert. Diverse Tutorprogramme (z.B. ChatGPT, Notion usw.) werden vor dem Hintergrund der Unterrichtsplanung und -gestaltung kritisch reflektiert. Ferner werden die eingesetzten Unterrichtskonzepte KI-basiert erweitert und „Socio-Scienti-

¹ Nachstehend exemplarisch für Bayern (TUM) vorgestellt.

fic Issues“ thematisiert. Modul 3 bietet optional eine Vertiefung der erlernten Inhalte an, indem über die Potentiale und Grenzen der (KI-gestützten) App-Pakete diskutiert wird. Themen wie „Nachhaltigkeit des Bildungsangebots“ oder „Citizen Science“ runden Modul 3 ab.

Studiendesign, Stichprobe und Ablauf der Datenerhebung. Die explorative Studie ist in einem einfaktoriellen Design mit Messwiederholung gestaltet. Dabei beschreibt die konzeptionelle Gestaltung der Fortbildung die erste abhängige Variable, welche mittels Interviewleitfäden erfasst wird. Das technologiebezogene Professionswissen wird als weitere abhängige Variable angesehen, welches durch die DigCompEdu-Kompetenzbereiche operationalisiert wird. Als Probanden sind Gymnasial-, Realschul- und FOS/BOS-Lehrkräfte mit den Unterrichtsfächern Biologie und Chemie geplant (beliebige Jgst., $N > 50$). Die Fortbildungen werden mit den städtischen/staatlichen Schulen im jeweiligen Großraum der Universitätsstandorte erprobt. Um das technologiebezogene Professionswissen zu untersuchen, füllen alle Versuchspersonen zu Beginn einen digitalen Fragebogen aus. Anschließend nehmen die Lehrkräfte in Präsenz an dem ersten Fortbildungstag teil, an den sich ein Kurzinterview zur Einschätzung der Wirksamkeit der Fortbildung in Bezug auf den Kompetenzerwerb anschließt. Nach Implementierung des in Modul 1 entwickelten Unterrichtskonzepts im Schulalltag folgt die Teilnahme an Fortbildungstag 2 (und optional 3) in Form eines weiteren Präsenztreffens. Danach findet das Abschlussinterview statt, um die selbsteingeschätzte Wirksamkeit der Fortbildung zu erheben. Die Studie schließt mit dem Posttest zur objektiven Erfassung des Professionswissens ab, welcher zusätzlich durch Bearbeitung einer Elaborationsaufgabe validiert wird.

Erhebungs- und Auswertungsmethoden. Die Erfassung des technologiebezogenen Professionswissens erfolgt mithilfe eines Fragebogens aus 22 Skalen, angepasst an den DigCompEdu-Selbsteinschätzungsbogen (nach Redecker 2017). Die Items wurden derart adaptiert, dass sie sich inhaltlich auf das Forschende Lernen mit digitalen Medien beziehen. Ferner wurde eine weitere Skala mit fünf Items konzipiert, welche das Professionswissen hinsichtlich der Kontextorientierung im MIN-Unterricht operationalisieren soll. Jede Skala umfasst bis zu sechs Items auf einer vierstufigen Likert-Skala. Für die quantitative Auswertung des technologiebezogenen Professionswissens werden die Items der Fragebögen zu Skalen zusammengefasst und auf Reliabilität geprüft. Ferner werden nicht-parametrische Tests genutzt. Die Elaborationsaufgabe konzentriert sich auf das Forschende Lernen und fordert den Probanden auf, einen Unterrichtsentwurf mit digitalen Medien zu konzipieren. Hierfür wird die Methode des Lauten Denkens angewandt. Zur Erfassung der Wirksamkeit der Fortbildung in Bezug auf den Kompetenzerwerb wurden evidenzbasiert zwei Interviewleitfäden entwickelt. Im Fortbildungszeitraum können sich verschiedene Kooperationsprozesse etablieren, die mittels inhaltsanalytisch strukturierenden Ansatz beschrieben werden können (Warwas & Schadt 2020): Während das erste Interview auf den „Zustand“ und „Prozess“ (Kansteiner et al. 2020) abzielt, konzentriert sich der zweite Interviewleitfaden auf die aktionale Dimension (Kooperation), innerhalb der Fortbildung (Schröder-Lausen & Nerdel 2008). Die aufgezeichneten Interviews sowie die Elaborationsaufgabe werden qualitativ nach Mayring (2010) ausgewertet. Daher werden zwei Kategoriensysteme nach demselben theoriegeleiteten Vorgehen wie bei der Entwicklung der Messinstrumente erstellt und im Zuge der Analyse induktiv am Datenmaterial angepasst.

Ausblick

August 2024 wurde die Fortbildung in Kiel am IPN pilotiert. Ab November 2024 werden die ersten Fortbildungen (mit Datenerhebungen) in Bayern und Hamburg durchgeführt.

Literaturverzeichnis

- Bessenrodt, Monika (2007): Geschlechtergerechtes Lehren und Lernen in Naturwissenschaft und Technik. Aktiv, kooperativ und authentisch durch Kontextorientierung und reflexive Ko-edukation. DOI: 10.1515/9783839406748-009.
- Demuth, Reinhard; Gräsel, Cornelia; Parchmann, Ilka; Ralle, Bernd (2008): Chemie im Kon-text. von der innovation zur nachhaltigen verbreitung eines unterrichtskonzepts. Münster: Waxmann.
- Forschungsgruppe Lehrerbildung Digitaler Campus Bayern. (2017). Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. *merz spektrum*, 65–74.
- Glocker, Laura; Breitenbach, Sebastian; Hansen, Miriam; MMendzheritskaya, Julia; Lê-Hoa Vö, Melissa (2023): Entwicklung und Einsatz von VR-Lernszenarien für den Lehrkompetenzaufbau. Klassenraumsimulationen mit Virtual Reality. DOI: 10.1007/978-3-658-40109-2_22.
- Gräsel, Cornelia; Fußangel, Kathrin; Pröbstel, Christian (2006): Lehrkräfte zur Kooperation anregen - eine Aufgabe für Sisyphos? Zeitschrift für Pädagogik 52 (2006) 2, S. 205-219. In: Zeitschrift für Pädagogik 52. DOI: 10.25656/01:4453.
- Gräsel, Cornelia; Parchmann, Ilka (2004): Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. Unterrichtswissenschaft 32 (2004) 3, S. 196-214. In: Unterrichtswissenschaft 32. DOI: 10.25656/01:5813.
- Henne, A.; Beuter, A.; Hachfeld, A.; Schumann, S.; Möhrke, P. (2021): Naturwissenschaftlicher Unterricht während der Corona-Pandemie. In: S. Habig (Hg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, 47. Jahrestagung (virtuell) 2020. Duisburg. Universität Duisburg-Essen, S. 669–672.
- Hillmayr, Delia; Ziernwald, Lisa; Reinhold, Frank; Hofer, Sarah I.; Reiss, Kristina M. (2020): The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. In: Computers & Education 153, S. 103897. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.103897.
- Huntemann, Heike; Paschmann, Antje; Parchmann, Ilka; Ralle, Bernd (1999): Chemie im Kon-text-ein neues Konzept für den Chemieunterricht? Darstellung einer kontextorientierten Konzeption für den 11. Jahrgang. In: Chemkon 6 (4), S. 191–196. DOI: 10.1002/ckon.19990060406.
- Kansteiner, K.; Stamann, C.; Buhren, C. G.; Theurl, P. (Hg.) (2020): Professionelle Lerngemeinschaften als Entwicklungsinstrument im Bildungswesen. Weinheim: Beltz Juventa.
- Mayring & P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz-Verlag.
- Nerdel, C. (2017): Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik - Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule. Heidelberg: Springer-Spektrum.
- Nerdel, C.; Kotzebue, L. von (2020): Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht. Aufgaben für die Lehrerbildung. Zeitschrift für Pädagogik 66 (2020) 2, S. 159-173. In: Zeitschrift für Pädagogik 66, S. 159–173.
- Otto, K.-H. Ciprina, Steffen Hohmann, Jan Paulus, Katja Rath, Anna Jeske, Ina Keil, Andreas (Lern – und Erlebnislabor Industrienatur) (2023): LELINA: Digitale Medien in der außerschulischen Bildung für Nachhaltige Entwicklung in einem Lehr-Lern-Labor auf einer Industrienaturfläche in der Metropole Ruhr, 91-105. DOI: 10.1007/978-3-658-40109-2_7.
- Parchmann, Ilka; Gräsel, Cornelia; Baer, Anja; Nentwig, Peter; Demuth, Reinhard; Ralle, Bernd (2007): "Chemie im Kontext": A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. In: International Journal of Science Education 28 (9), S. 1041–1062. DOI: 10.1080/09500690600702512.
- Redecker, C. (2017): European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. In: JRC Research Reports JRC107466, Joint Research Centre (Seville site).
- Reinmann-Rothmeier, G.; Mandl, H. (2001): Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: Andreas Krapp / Bernd Weidenmann (Hrsg.). Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch. Weinheim: Beltz PVU, 627-628.
- Roth, J., Priemer, B. (Eds.). (2019). Lehr-Lern-Labore: Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung. Springer Spektrum.
- Scholkmann, Antonia (2016): Forschend-entdeckendes Lernen. (Wieder-)Entdeckung eines didaktischen Prinzips. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/297569270_Forschend-entdecken-des_Lernen_Wieder-Entdeckung_eines_didaktischen_Prinzips.
- Schröder-Laussen, E.; Nerdel, C. (2008b): Kooperation von Grundschullehrkräften zum Heimat- und Sachunterricht - Erste Ergebnisse einer Fragebogenstudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 14, S. 185–200.
- Warwas, J.; Schadt, C. (2020): Zur Modellierung Professioneller Lerngemeinschaften–Vergleich und Integration unterschiedlicher Ansätze. In: K. Kansteiner, C. Stamann, C. G. Buhren und P. Theurl (Hg.): Professionelle Lerngemeinschaften als Entwicklungsinstrument im Bildungswesen. Weinheim: Beltz Juventa, S. 37–48..