

Digital gestufte Lernhilfen als Vehikel der digitalitätsbezogenen Lehrkräfte-Professionalisierung im Biologieunterricht

Rebekka Karbstein, Marcus Brändle, Nadine Großmann, Jörg Großschedl, Lea Gussen, Maike Hering, Svea Isabel Kleinert, Ricarda Lohrsträter, Margit Offermann, Siegmar Otto, Pascal Schaldach, Christina Sotiriadou, Nicol Sperling, Matthias Wilde, Sarah Zabel und Steffen Schaal

Zusammenfassung

Die Förderung der digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften ist entscheidend, um Schüler*innen als mündige Bürger*innen die Teilhabe in der digitalen Welt zu ermöglichen. Lehrkräfte müssen ihrerseits die Potenziale digitaler Technologien erkennen und über die erforderlichen Kompetenzen verfügen, um die damit verbundenen Herausforderungen zu meistern. Fortbildungsangebote mit einer Kombination aus Online-Selbsterlernheiten mit Übungs- und Reflexionsanteilen gelten für die Lehrkräfteprofessionalisierung als wirksam. In einer ersten Pilotierung im Hochschulkontext konnte diese Kombination am Beispiel der Binnendifferenzierung umgesetzt und erneut die Wirksamkeit dokumentiert werden, um auf Seiten der Lehrkräfte das Wissen und die Bereitschaft für den pädagogisch sinnvollen Technologieeinsatz im Biologieunterricht zu stärken. Eine wissenschaftliche Begleitforschung zum Fortbildungserfolg untersucht gezielt die Intention zur konkreten Umsetzung der Lerninhalte und die Veränderung im technologisch-fachpädagogischen Wissen.

Schlüsselbegriffe: ● Medienpädagogik ● Ludwigsburg ● Online-Magazin ● Lehrkräftefortbildung ● MOOC ● Technologie-Akzeptanz ● TPACK ● Gain-Pain-Index

Einleitung

„Das Digitale“ durchdringt unsere Gesellschaft auf vielfältige Weise (vgl. Kerres 2018) und deshalb muss Digitalisierung und eine Kultur der Digitalität als ein zentrales Gestaltungsfeld sowie als Gegenstand gesellschaftlichen Diskurses verstanden werden. Dies erfordert eine eingehende Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Zielen und Rahmenbedingungen der Digitalisierung, insbesondere im Bildungswesen, sowie die Erörterung der Wege zu ihrer Umsetzung. Zentrale Akteur*innen im Kontext des digitalen Wandels von Lernprozessen

könn(t)en qualifizierte Lehrkräfte sein, die fähig sind, eine ausgewogene Verbindung zwischen digitalen und analogen Elementen in Bildungsumgebungen herzustellen (vgl. Huwer et al. 2019). Das vorrangige Ziel muss also darin bestehen, Lehrkräfte in die Lage zu versetzen, Schüler*innen auf die Herausforderungen einer vom digitalen Wandel geprägten Gesellschaft vorzubereiten. Hierfür bedarf es (angehender) Lehrkräfte mit adäquatem Fachwissen, um die Potenziale digitaler Technologien zu erschließen und darüber hinaus Medienkompetenz bei Schüler*innen zu fördern (vgl. Thyssen et al. 2023).

In der aktuellen Diskussion um Schulentwicklung stehen zwei Themen im Mittelpunkt: Zum einen die Frage, wie alle Schüler*innen durch Maßnahmen der individuellen Förderung in der Entwicklung ihrer Potenziale unterstützt werden können. Zum anderen die Frage, welchen Beitrag digitale Technologien¹ zur Verbesserung des schulischen Lehrens und Lernens leisten können. Beide Themen werden bislang häufig isoliert betrachtet (vgl. Heinen/Kerres 2015). Die empirische Evidenz weist darauf hin, dass der Einsatz digitaler Technologien im Unterricht derzeit noch stark eingeschränkt und wenig differenziert ist, wodurch das volle Potenzial digitaler Lernanwendungen nicht ausgeschöpft wird (vgl. Hähn/Ratermann-Busse 2020). Individuelle Förderung kann wesentlich von digitalen Technologien profitieren (Hartung/Zschoch/Wahl 2021). Daher sollte die systematische Integration digitaler Technologien in Schule und Unterricht ein Ziel sein, um die individuelle Förderung zu unterstützen (vgl. Heinen/Kerres 2015). Lehrkräfte sollten dafür sensibilisiert werden, den Unterricht an die individuellen Voraussetzungen der Lernenden im Unterricht anzupassen, was ein hohes Maß an Professionswissen erfordert. Für die Professionalisierung von Lehrkräften in diesem Bereich sind Fortbildungen unerlässlich, um theoretische Grundlagen aufzufrischen und praktische Handlungskompetenzen zu verfeinern (vgl. Neuweg 2010).

Im Rahmen der vorliegenden Konzeption einer Lehrkräftefortbildung wurde das soziokulturelle Umfeld der Schülerinnen und Schüler sowie deren Lernvoraussetzungen näher betrachtet. Der Blick auf die Gemeinsamkeiten der Schüler*innen und Potenziale der Vielfalt als Ziel der diversitätssensiblen Bildung (vgl. Auferkorte-Michaelis/Linde 2018) soll bei der Digitalisierung des Biologieunterrichts als Basis dienen. In diesem Beitrag wird ein Angebot zur digitalitätsbezogenen und heterogenitätssensiblen Professionalisierung für (angehende) Biologie-Lehrkräfte präsentiert, welches die Potenziale gestufter Lernhilfen im digitalen und binnendifferenzierten Biologieunterricht behandelt. Im Fokus steht die Frage, wie die berufliche Handlungskompetenz von Lehrkräften nachhaltig gefördert und dadurch das Lernen von Schüler*innen positiv beeinflusst werden kann.

Digitalisierung und Binnendifferenzierung zur Stärkung des Umgangs mit Heterogenität

Bildungspolitische Strategien sowie aktuelle Arbeiten der empirischen Bildungsforschung richten ihre Aufmerksamkeit zunehmend auf die Gestaltung digitaler Lehr- und Lernumge-

¹ In Anlehnung an Meier, Schaal und Thyssen (2024) wird hier trennscharf von digitalen Technologien gesprochen, da im fachdidaktischen Diskurs die Bezeichnung digitale Medien zu kurz greift: Erst der fachdidaktisch reflektierte Einsatz von digitalen Werkzeugen bzw. digitalen Inhalten macht diese zum Lernmedium.

bungen. Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat bereits 2016 einen Kompetenzrahmen verbindlicher Anforderungen für die Bildung in der digitalen Welt formuliert, um die Chancen und Potenziale der Digitalisierung pädagogisch zu begleiten und diese kompetent und kreativ zu nutzen (vgl. KMK 2016). Die „digitalisierungsbezogene Kompetenz“ umfasst nach van Ackeren et al. (2019) medienpädagogische Kompetenzen (z. B. Wissen, Reflexivität und berufsethische Haltung), fachdidaktische Kompetenzen und informatische Kompetenzen (z. B. Data Literacy, Computational Thinking).

Studien zu den digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in Deutschland zeigen, dass diese im Vergleich zu Studierenden anderer Fachrichtungen normativ festgelegte Mindeststandards nur selten erreichen (vgl. Senkbeil/Ihme/Schöber 2020). Durch die Erfahrungen des pandemiebedingten Lockdowns sind zwar Verschiebungen der digitalitätsbezogenen Kompetenzen und Einstellungen zu erwarten (vgl. Brianza et al. 2024), die diesbezügliche Datenlage ist jedoch im deutschsprachigen Raum noch eingeschränkt. Eine (präpandemisch) differenziertere Analyse einzelner Kompetenzbereiche offenbart, dass Lehramtsstudierende in Deutschland sich insbesondere in den Bereichen *Kommunikation und Kooperation* sowie *Produzieren und Präsentieren* im Umgang mit digitalen Technologien als kompetent einschätzen (vgl. Rubach/Lazarides 2020). Rubach und Lazarides (2020) berichten weiter, dass Lehramtsstudierende sich selbst höhere Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien zuschreiben, wenn sie Interesse am Einsatz digitaler Technologien im eigenen Unterricht zeigen und diese als nützlich und wichtig für sich und ihren Unterricht einschätzen. Deutlich wird auch, dass sich Studierende weniger kompetent im Umgang mit digitalen Technologien fühlen, wenn der Einsatz im eigenen Unterricht mit hohen Kosten verbunden ist, sei es in Form von Zeitaufwand oder persönlichen Herausforderungen bei der Nutzung digitaler Technologien. (Angehende) Lehrkräfte stehen vor der anspruchsvollen Aufgabe, ihre Kompetenzen für einen pädagogisch sinnvollen Einsatz digitaler Medien im Unterricht kontinuierlich zu erweitern (vgl. Eickelmann 2017). Hierbei ist die enge Verknüpfung zwischen den digitalen Kompetenzen und Kompetenzselbsteinschätzungen von Lehrkräften sowie schulbezogenen Merkmalen und Professionalisierungsaktivitäten der Lehrkräfte selbst zu betonen (vgl. Eickelmann/Drossel 2020). Aktuelle Untersuchungen wie das Schul-Barometer (vgl. Huber et al. 2020) zeigen, dass Lehrkräfte verstärkt Unterstützung bei der Integration digitaler Lehr- und Lernformen durch entsprechende Fortbildungsangebote wünschen. Mangelnde (selbstwahrgenommene) digitalisierungsbezogene Kompetenzen bei Lehrkräften stellen somit eine wesentliche Hürde dar, um digitale Technologien in Unterrichtsprozessen wirksam zu implementieren. Auch die Ergebnisse der forsa-Umfrage 2020 zu den digitalen Kompetenzen von Lehrkräften zeigen, dass mangelnde digitale Kompetenzen als Hindernis empfunden werden, um digitale Technologien regelmäßig im Unterricht einzusetzen. Daher sind Professionalisierungs- und Fortbildungsmaßnahmen für Lehrkräfte in diesem Bereich von entscheidender Bedeutung. Als zusätzliches Diagnoseinstrument zur Beforschung von Professionalisierungs- und Fortbildungsangeboten für Biologie-Lehrkräfte wurde im Rahmen des Projekts in Kooperation mit der Universität Hohenheim ein neuer Fragenkatalog entwickelt, der

verschiedene Aussagen zu förderlichen und hinderlichen Faktoren in Bezug auf den Technikeinsatz im Biologieunterricht enthält. Die Bewertung von Gewinn- und Kosten-Elementen mit Hilfe des Gain-Pain-Index (vgl. Zabel/Schlaile/Otto 2023) ermöglicht es, das Befinden der Lehrperson zu erfassen. Dabei wird untersucht, inwieweit Kosten in Form von äußeren oder inneren Widerständen wahrgenommen werden und welche Potenziale durch den Einsatz digitaler Medien wahrgenommen werden.

Binnendifferenzierung, auch Innere Differenzierung genannt, ist ein Unterrichtsprinzip, welches die Heterogenität von Lerngruppen berücksichtigt. Heterogenität ist keine inhärente Eigenschaft, sondern entsteht im sozialen Kontext (vgl. Budde 2015). Daher erfordert ein positiv-reflexiver Umgang mit Heterogenität im Unterricht eine differenzierte Wahrnehmung seitens der Lehrkräfte, deren (Weiter-)Entwicklung im Rahmen der Lehrkräfteaus- und Weiterbildung gefördert werden sollte (vgl. Schmitz/Simon/Pant 2020). Heterogenitätssensibler Unterricht verfolgt das Ziel, Unterschiede positiv anzuerkennen und wertzuschätzen sowie den individuellen Lernprozess jedes Einzelnen zu fördern. Dies kann durch die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen erfolgen, welche auf den individuellen Kompetenzerwerb abzielen. Die Förderung individueller Potenziale unter Berücksichtigung der Vielfalt der Lernenden schließt nicht nur die Förderung hochbegabter Schüler*innen ein, sondern auch die inklusive Bildung von Menschen mit besonderen Bedürfnissen (vgl. Heinen/Kerres 2015).

Eine erfolgreiche individuelle Förderung kann dadurch erreicht werden, dass den Lernenden eine breite Palette an differenzierten Lernmaterialien bereitgestellt wird, mit denen sie entsprechend ihres Wissensstandes und ihrer Interessen arbeiten können. Interaktive Materialien ermöglichen zudem die Erfassung von Lernfortschritten und -defiziten, um Rückmeldungen zum Lernprozess zu geben oder das Lernangebot entsprechend anzupassen (vgl. Heinen/Kerres 2015). Um die Individualisierung von Lernangeboten voranzutreiben, haben sich Konzepte bewährt, die den Fokus auf Lernaufgaben legen, um die Lernprozesse zu lenken oder zu regulieren. Ein Beispiel dafür ist die aufgabenorientierte Didaktik von Zimmer (2003).

Komplexe Problemstellungen stellen Biologie-Lehrkräfte besonders in (wissens-)heterogenen Lerngruppen vor Herausforderungen (vgl. Stiller/Wilde 2021). Gestufte Lernhilfen (gLh) greifen diese Heterogenität adaptiv auf, indem sie zwischen Instruktion und dem eigenständigen Bearbeiten von Aufgaben vermitteln. Diese Form der Lernhilfe stellt ein Format dar, das sich den unterschiedlichen Bedürfnissen der Lernenden anpasst und von den Lernenden individuell genutzt werden kann. Die Wirksamkeit gestufter Lernhilfen konnte bereits hinsichtlich des wissenschaftlichen Denkens (vgl. Arnold/Kremer/Mayer 2017) und der Förderung von konzeptuellem (vgl. Mustafa et al. 2021) und prozeduralem Wissen (vgl. Stiller/Wilde 2021) nachgewiesen werden. Ein Einsatz gLh in digitaler Form könnte als barrierearme Maßnahme zur Differenzierung dazu beitragen, die digitalitätsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften aufzubauen, insbesondere im Hinblick auf Inklusion. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Konzeption einer Online-Fortbildung (vgl. Abbildung 1), die Biologie-Lehrkräfte durch digitalitätsbezogene Professionalisierung in der Anwendung von gLh im digital-gestützten und binnendifferenzierten Biologieunterricht unterstützen soll.

Der DiBi-MOOC als digitales und heterogenitätssensibles Professionalisierungsangebot für (angehende) Biologie-Lehrkräfte

Fortbildungskonzeption

Bei der Konzeption des digitalen und heterogenitätssensiblen Professionalisierungsangebots für (angehende) Biologie-Lehrkräfte wurden die zehn Merkmale wirksamer Lehrer*innenfortbildung (vgl. Lipowsky/Rzejak 2021) für die strukturelle und inhaltliche Gestaltung des Fortbildungsmoduls berücksichtigt. Zudem wurde die Struktur der Fortbildung mit den Designkriterien der Theorie des geplanten Verhaltens (TBP, vgl. Ajzen 1991) verknüpft. Damit werden sowohl die Einstellung, die subjektive Norm als auch die Verhaltenskontrolle der teilnehmenden Lehrkräfte durch die ausgewählten Inhalte, Impulse und Übungen angesprochen. Die inhaltliche Gestaltung zielt auf die Professionalisierung der teilnehmenden Lehrkräfte in Bezug auf den Einsatz digital gestufter Lernhilfen (dgLh) und Binnendifferenzierung in den biomedizinischen Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung ab. Die Fortbildung soll durch Sequenzen von Selbstlerneinheiten mit Übungs- und Reflexionsanteilen sowohl die digitalisierungsbezogene Kompetenz und Selbstwirksamkeit als auch die Heterogenitätssensibilität der Lehrkräfte stärken. Die Fortbildungskonzeption folgt dem Educational-Design-Research-Ansatz (EDR-Ansatz, vgl. McKenney/Reeves 2018) und soll dabei von einer empirischen Beforschung begleitet werden. Unsere Forschungsfrage zielt grundsätzlich darauf ab, ob durch einfache und effektive Wissensvermittlung mit Anwendungsbezug eine Verhaltensintention und in weiterer Folge eine Verhaltensänderung bei den teilnehmenden Lehrkräften induziert werden kann.

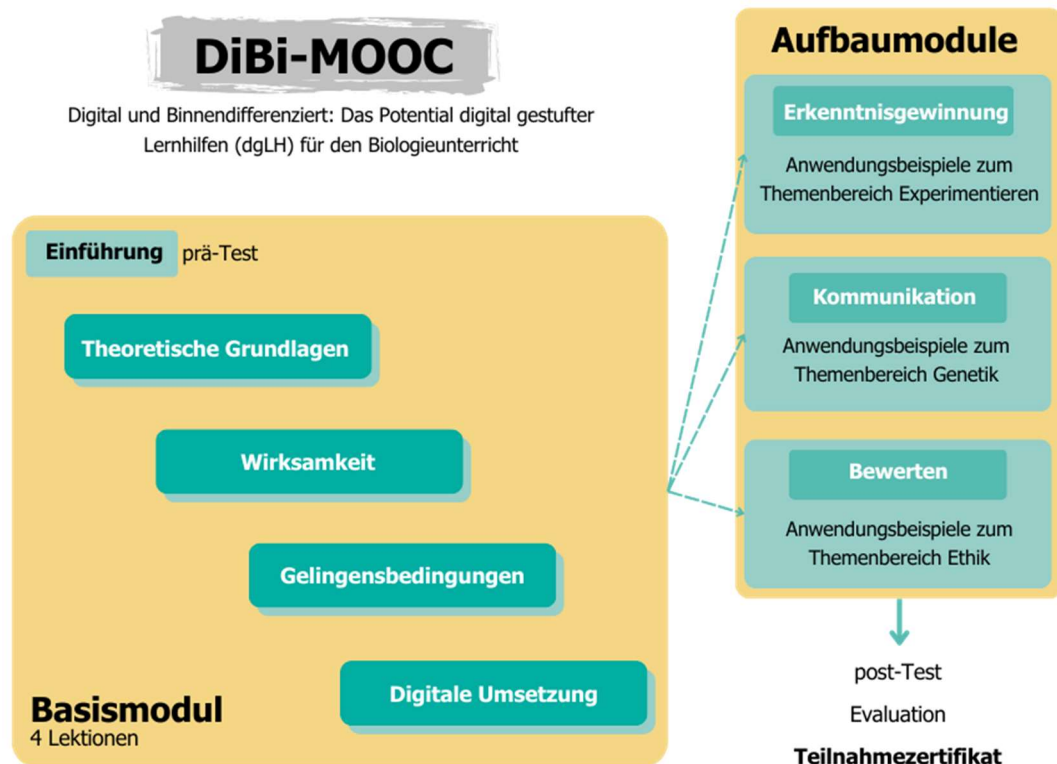


Abbildung 1: Aufbau des DiBi-MOOCs – Digital und Binnendifferenziert: Das Potential digital gestufter Lernhilfen (dgLh) für den Biologieunterricht

Der Gesamtumfang der Fortbildung umfasst acht Lektionen, wobei nur das Basismodul sowie ein (frei wählbares) Aufbaumodul verpflichtend sind. Das Basismodul vermittelt Grundlagenwissen zu gLh in den Bereichen Theorie, Wirksamkeit, Gelingensbedingungen und Digitaler Umsetzung und bildet die Basis für die Vertiefung in den Aufbaumodulen. Die Aufbaumodule zu den drei Kompetenzbereichen der KMK (2021) Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten thematisieren erfolgreiche digitale Umsetzungsstrategien anhand von Anwendungsbeispielen zu den Themen Experimentieren, Genetik und Ethik. Eine Wissensüberprüfung erfolgt nach jeder Lektion durch Self-Assessments. Die Fortbildung wird als kostenloser Massive Open Online Course (MOOC)² angeboten, so dass zukünftig Lehrkräfte orts- und zeitunabhängig teilnehmen können. Der modulare Aufbau ermöglicht es den Lehrkräften, den Kurs jederzeit zu unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen. Begleitende synchrone Online-Austauschformate finden im Schuljahr 2024/25 regelmäßig statt.

Im Rahmen des mit der Konzeption des Fortbildungsmoduls verbundenen Forschungsprojektes soll eine effektive wissenschaftliche Begleitforschung sowie Evaluationsmöglichkeiten für das Professionalisierungsangebot entwickelt werden, was zunächst ein theoretischen Rahmenmodell (vgl. Abbildung 2, in Anl. an TPB, Ajzen 1991) voraussetzt.

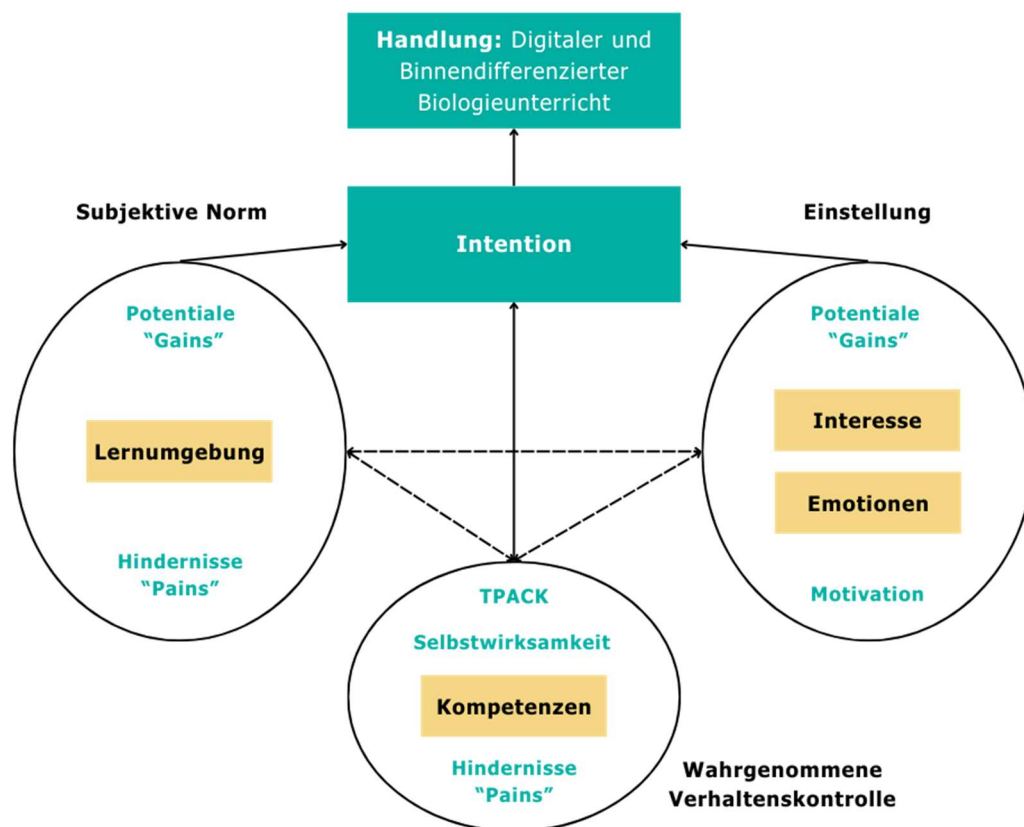


Abbildung 2: Theoretisches Rahmenmodell zur Beforschung des Fortbildungsmoduls „DiBi-MOOC“

² Link: imoox.at/course/DiBi

Laut Backfisch et al. (2024) ist zu erwägen, Nutzwertinterventionen zur Vermittlung verschiedener Inhalte (mit Technologien) in systematischer Weise in alle Kurse der Lehrkräfteausbildung zu integrieren, um dadurch die Wissensintegrationsprozesse der Lehrkräfte zu fördern. Ein vielversprechender Ansatz könnte in der Individualisierung der Nutzwertintervention auf den Glaubenssystemen und den Prioritäten der jeweiligen (angehenden) Lehrkräfte bestehen (vgl. Canning/Priniski/Harackiewicz 2019). Das theoretische Rahmenmodell (vgl. Abbildung 2) zur Beforschung des Fortbildungsmoduls „DiBi-MOOC“ besteht aus den Komponenten Einstellung, subjektive Norm und wahrgenommene Verhaltenskontrolle der teilnehmenden Lehrkräfte in Bezug auf Binnendifferenzierung und Digitalisierung des Biologieunterrichts. Das ursprüngliche Modell *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK, vgl. Mishra/Koehler 2006) dient dabei als Rahmung für die wahrgenommene Verhaltenskontrolle von Lehrkräften beim Einsatz digitaler Technologien in Lehr-Lernprozessen (vgl. Endberg 2019). Das zugrundeliegende theoretische Rahmenmodell soll ebenfalls die durch die Lehrkräfte wahrgenommenen Potentiale („Gains“) und Hindernisse („Pains“) des Technik-Einsatzes im Biologieunterricht berücksichtigen. Im Anschluss an die Fortbildung soll bei den Teilnehmer*innen die Intention zur konkreten Umsetzung der Lerninhalte erfasst und ein möglicher Zusammenhang mit der Veränderung der subjektiven Norm, der Einstellung und der Verhaltenskontrolle untersucht werden. Zusammengefasst wird in der quantitativen Begleitforschung gemäß dem zugrundeliegenden TPB-Grundgerüst die Einstellung, die subjektive Norm, die wahrgenommene Verhaltenskontrolle sowie die Verhaltensintention z. B. bezüglich der eigenen Anwendung von dgLh erhoben. Des Weiteren werden TPACK und die Selbstwirksamkeit sowie die Motivation vor und nach der Teilnahme und der individuelle Gain-Pain-Index im Prä-Post-Design erfasst und die Transfer- und Prozessqualität durch die teilnehmenden Lehrkräfte bewertet. Eine Übersicht über das gesamte Prä-Post-Design ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Übersicht zur Beforschung des Fortbildungsmoduls „DiBi-MOOC“ (Prä-Post-Design).

		Messinstrumente	Beispielitems (5-stufige Likert-Skala, 1= stimmt gar nicht, 5=stimmt völlig)
Prä-Test		Demografische Daten	„Absolvieren Sie ein Lehramtsstudium mit einem besonderen Fokus auf einen sonderpädagogischen Förderschwerpunkt? Wenn ja, mit welchem sonderpädagogischen Förderschwerpunkt?“
		Motivationale Orientierung (Müller/Andreitz/Hanfstingl 2008)	„In meinem Beruf als Biologie-Lehrkraft bin ich engagiert, weil es mir Freude macht, jungen Menschen etwas beizubringen.“
		Gain-Pain-Index (in Kooperation mit Hering/Otto/Zabel)	„Ich bekomme ein mulmiges Gefühl, wenn ich daran denke, dass ich ein digitales Lerntool für Schüler*innen im Unterricht einsetzen soll.“ „Durch den Einsatz von digitalen Unterrichtstools fühlen sich die Schüler*innen stärker einbezogen.“

Post-Test	Einstellung, Subjektive Norm, Verhaltenskontrolle, Verhaltensintention (TPB) (Francis et al. 2004; Sadaf/Newby/Ertmer 2012)	<i>„Ich habe das Wissen und die Fähigkeiten, digital gestufte Lernhilfen zu nutzen.“ „Ich könnte digital gestufte Lernhilfen problemlos eigenständig erstellen.“</i>
	Selbstwirksamkeit (Bosse/Spörer 2014)	<i>„Ich bin mir sicher, dass ich auch bei größten Leistungsunterschieden für jedes Kind und jeden Jugendlichen ein angemessenes Lernangebot bereithalten kann.“</i>
	TPACK-Kurzskala (in Anlehnung an Brändle/Sotiriadou/Zinn 2023)	<i>„Eine neue Technologie anzuwenden fällt mir leicht.“ „Ich probiere gerne neue Technologien aus.“</i>
	Kurzskala intrinsischer Motivation (Wilde et al. 2009)	<i>„Ich konnte die Tätigkeiten in der Fortbildung selbst steuern.“</i>
	Transfer- und Prozessqualität (Rzejak et al. 2023)	<i>„Die Veranstaltungsinhalte wurden verständlich erklärt.“</i>

Erste Pilotierung im Hochschulkontext

Die Entwicklung der Fortbildungskonzeption folgt einem iterativen Ansatz (vgl. McKenney/Reeves 2018). Der DiBi-MOOC (vgl. Abbildung 1) wurde im Sommersemester 2024 in einer ersten Pilotierung im Hochschulkontext an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg in eine Lehrveranstaltung integriert, indem bereits fertiggestellte Inhalte der Fortbildung verwendet und darüber hinaus verschiedene Möglichkeiten des digitalen und binnendifferenzierten Biologieunterrichts vermittelt wurden. In den insgesamt vierzehn 90-minütigen Seminarterminen wurde den teilnehmenden Biologie-Studierenden Raum für eigenständiges Arbeiten mit den vorgestellten Inhalten gegeben. Lernziel war die Gestaltung einer digitalen und heterogenitätssensiblen Unterrichtseinheit anhand neu erworbenen Wissens und neu erworbener Kompetenzen im Umgang mit digitalen Tools.

Stichprobe

Das Seminar „Kompetenzorientierter Biologieunterricht II – Digitales binnendifferenziertes Unterrichten“ wurde als verpflichtende Lehrveranstaltung im Modul 6 des Bachelorstudiums Lehramt Sekundarstufe 1 und im Modul 4 des Bachelorstudiums Lehramt Sonderpädagogik angeboten. Insgesamt haben 20 angehende Biologie-Lehrkräfte das Seminar besucht, davon jeweils 10 pro Studiengang. Die durchschnittliche Semesterzahl betrug vier Semester, das Durchschnittsalter lag bei 21,5 Jahren. Zum Ende des Semesters verringerte sich die Anzahl der Teilnehmenden auf 17 Studierende, da einige Teilnehmer*innen das Modul irrtümlicherweise belegt hatten.

Ablauf des Seminars

Mit allen teilnehmenden Studierenden wurde zu Beginn des Seminars ein zweiteiliger Prä-Test durchgeführt. Im ersten Teil sollten die Studierenden anhand einer neu entwickelten Kurzskaala (in Anlehnung an Brändle/Sotiriadou/Zinn 2023) selbst einschätzen, inwieweit sie über die im TPACK-Modell modellierten Wissens-/Kompetenzdimensionen verfügen. Im zweiten Teil wurden verschiedene Aussagen zu förderlichen und hinderlichen Faktoren für den Einsatz digitaler Technologien im Biologieunterricht von den teilnehmenden Studierenden beurteilt, um das sich in der Entwicklungsphase befindliche Gain-/Pain-Testinstrument zu evaluieren und den Gain-Pain-Index (vgl. Zabel et al. 2023) zu berechnen. Der Ablauf des 14-wöchigen Seminars gliederte sich anschließend in drei Phasen. In den Wochen 2 bis 4 wurden wissenschaftliche Metaanalysen des Clearing House Unterricht zur Stärkung der Evidenzbasierung in der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung diskutiert und aufbereitet (vgl. Hetmanek et al. 2023). Die Metaanalysen dienten als Grundlage für Diskussionen zu den Themen *Unterrichtsstrategien, Einsatz digitaler Medien, Gestaltung von Lernmaterialien* und *Lernen in Gruppen*. In der zweiten Phase, die sich über die Wochen 5 bis 10 erstreckte, beschäftigten sich die Studierenden mit digitalen Selbstlerneinheiten, in die auch die geplanten Inhalte des Basismoduls der MOOC-Lehrkräftefortbildung integriert waren. Die digitalen Angebote wurden jeweils durch Übungs- und Reflexionsanteile (in Anl. an Lipowsky/Rzejak 2021) ergänzt. Im Anschluss an die Selbstlerneinheiten erfolgte in den Wochen 11 bis 13 eine Gruppenarbeit zur Erstellung einer eigenen digitalen Unterrichtseinheit im Lernmanagementsystem (LMS) Moodle. Diese sollte die zuvor erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen aufgreifen. Die Unterrichtseinheiten wurden im Rahmen eines Peer Reviews evaluiert und die Ergebnisse rückgemeldet. In der Abschlussveranstaltung wurden das Peer-to-Peer-Feedback und das Dozenten-Feedback im Plenum besprochen und der Post-Test durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Post-Test-Erhebung waren lediglich 14 Studierende anwesend, von denen nur ein Teil den Fragebogen vollständig ausgefüllt hat.

Ergebnisse aus der Pilotierung

In der TPACK-Kurzskaala wurden insgesamt 21 Items abgefragt, darunter drei Items pro Facette (Technologisches Wissen TK, Pädagogisches Wissen PK, Fachwissen CK, Technologisches Fachwissen TCK, Pädagogisches Fachwissen PCK, Technologisch-pädagogisches Wissen TPK und Technologisch-pädagogisches Fachwissen TPACK) Die Beantwortung erfolgte über eine 5-stufige Likert-Skala (0 = stimmt gar nicht, 1 = stimmt wenig, 2 = stimmt teilweise, 3 = stimmt ziemlich, 4 = stimmt völlig). Die Auswertung des Prä-Post-Testvergleiches zur Erfassung des digitalisierungsbezogenen Professionswissens anhand der TPACK-Kurzskaala (vgl. Brändle/Sotiriadou/Zinn 2023) ist in Tabelle 2 erfasst. Bei der Entwicklung des neuen Testinstrumentes zur Erfassung des Gain-Pain-Index (siehe Tabelle 3) wurde zunächst eine Item-Reduktion über Rasch-Analyse des Item-Stamms, bereitgestellt durch die Kollegen*innen der Universität Hohenheim (Hering/Otto/Zabel), vorgenommen. Mithilfe einer Stichprobe von $n = 98$ Lehramt-Studierenden aus dem Fachbereich Biologie konnte der Item-Stamm auf 24 Items gekürzt werden. Dabei wurden einerseits die Infit- und Outfit-Werte zugrunde gelegt, aber auch das Antwortverhalten untersucht und Items entfernt, die durch fehlende Erfahrun-

gen in der Schulpraxis nicht von Studierenden beantwortet werden konnten. Eine Veröffentlichung hierzu befindet sich in Vorbereitung (geplant 2025). Das in dieser ersten Pilotierung im Hochschulkontext verwendete Testinstrument erfasste die 24 Items, darunter 17 förderliche Gain-Faktoren und 7 hinderliche Pain-Faktoren, anhand einer Bewertung durch Studierende über eine 5-stufige Likert-Skala (0 = stimme nicht zu, 1 = stimme eher zu, 2 = neutral, 3 = stimme eher zu, 4 = stimme zu).

Tabelle 2: Ergebnisse zur Erhebung des digitalisierungsbezogenen Wissens von angehenden Biologie-Lehrkräften über die TPACK-Kurzskala. Bei Abweichung von der Normalverteilung wurde zur Berechnung der Signifikanz das non-parametrische Pendent zum T-Test für abhängige Stichproben, der Wilcoxon W, genutzt.

Facetten	Reliabilität (Cronbach's α)	Prä-Test ($n = 20$)		Post-Test ($n = 13$)		Signifikanz bei gepaarten Stichproben (p -Wert)		Effektstärke d_{Cohen}
		M	SD	M	SD	t-Test	Wilcoxon W	
TK	0,78	3,23	0,89	3,13	0,87	0,61		-0,11
PK	0,89	3,42	0,55	2,90 (*)	0,60		0,016	-0,91
CK	0,73	3,17	0,58	3,36	0,60	0,07		0,32
TCK	0,70	3,02	0,80	3,33	0,78	0,13	0,416	0,39
PCK	0,81	3,60	0,44	3,46	0,48	0,42		-0,31
TPK	0,87	3,03	0,68	3,28 (*)	1,14		0,049	0,28
TPACK	0,87	2,80	0,60	3,26 (*)	0,83	0,01		0,66

Tabelle 3: Ergebnisse zur Erhebung der Bereitschaft von angehenden Biologie-Lehrkräften zum Technik-Einsatz im Biologieunterricht anhand von Gain-Faktoren (GF) und Pain-Faktoren (PF)

	Reliabilität (Cronbach's α)	Prä-Test ($n = 20$)		Post-Test ($n = 12$)		Gain-Pain-Index	
		M	SD	M	SD		
GF	0,892	2,54	0,55	2,52	0,50		
PF	0,790	1,37	0,73	1,33	0,67		
	Σ GF Prä-Test ($n = 12$)	Σ PF Prä-Test ($n = 12$)		Σ GF Post-Test ($n = 12$)	Σ PF Post-Test ($n = 12$)	Prä-Test ($n = 12$)	Post-Test ($n = 12$)
	30,4	17,3		30,3	16,0	1,76	1,89

Im Vergleich zum Prä-Test ($n = 20$) ergaben sich in einigen TPACK-Facetten (vgl. Tabelle 2) signifikante Differenzen der Mittelwerte zum Post-Test ($n = 13$). Die teilnehmenden Studierenden gaben einen signifikanten Zuwachs in den Bereichen TPK und TPACK an, jedoch wurde PK im Vergleich zu Semesterbeginn niedriger eingeschätzt. Die Berechnung der Effektstärke über eine Interpretation nach Cohen (1988) ergab einen negativen bis keinen Effekt bei TK, PK und PCK, einen kleinen Effekt bei CK, TCK und TPK sowie einen mittleren Effekt bei TPACK.

Mit einem Mittelwert von 2,54 (> 2) wurden die Potentiale des Technik-Einsatz bereits überdurchschnittlich hoch eingeschätzt (vgl. Tabelle 3) und auch die Bedenken bezüglich des

Technik-Einsatzes lagen mit einem Mittelwert von 1,37 im niedrigen Bereich (< 2). Im Vergleich zum Prä-Test ($n = 20$) ergaben sich in den Mittelwerten zum Post-Test ($n = 12$) kaum Differenzen. Einige fehlende Werte im Datensatz wurden durch Imputation ausgeglichen, sodass schlussendlich der Gain-Pain-Index bei den teilnehmenden Studierenden aus einem reduzierten, aber vollständigen Datensatz ($n = 12$) anhand der Summen berechnet werden konnte. Im Ergebnis ergab sich eine leichte Verschiebung des Verhältnisses von 1,76 zu 1,89. Dass sich der Seminarinhalt wesentlich auf die Bereitschaft zum Einsatz digitaler Technologien im Biologieunterricht ausgewirkt hat, lässt sich anhand des eingesetzten gekürzten Fragebogens mit 24 Items und innerhalb der kleinen Stichprobe mit 12 Seminarteilnehmenden, die an Prä- und Post-Test teilgenommen haben, nicht schlussfolgern. Ausgehend von der Pilotierung mit angehenden Lehrkräften muss die Stichprobengröße erhöht werden, um Aussagen über die Entwicklung der Wahrnehmung von Potentialen und Hindernissen und der mit dem Technologieeinsatz einhergehenden Verhaltenskosten treffen zu können (vgl. Backfisch et al. 2024). Die Pilotierung hat zudem gezeigt, dass sowohl das TPACK in seiner Gesamtheit wie auch die Teilfacetten TK und TPK in der Seminarkonzeption gefördert wurden, während PCK und TCK unverändert blieben. Diese Ergebnisse zeigen, dass die erste Iteration der Fortbildungsentwicklung grundsätzlich die gewünschten Facetten der Lehrkräfteprofessionalisierung adressiert, wenngleich der fachdidaktisch relevanten Facette (PCK) stärkere Beachtung geschenkt werden sollte.

Ausblick

Die im Herbst beginnende Fortbildung richtet sich an angehende sowie praktizierende Biologie-Lehrkräfte. Daran angelehnt wird im Gesamtprojekt das Ziel verfolgt, für beide Gruppen eine abgestimmte Selbstauskunft zu entwickeln, die der jeweiligen beruflichen Erfahrung entspricht. Die Begleitforschung zur Fortbildung zielt schlussendlich darauf ab, zu erfassen, ob eine Handlungsabsicht entwickelt wird, digital gestützte Lernhilfen im Biologieunterricht einzusetzen und welche Implementationshürden bestehen. Eine weitere Optimierung der Fortbildungsinhalte anhand multimedialer Gestaltungskriterien (vgl. Meier/Schaal/Thyssen 2024, S.134 ff.) soll dazu beitragen, dass die Beschäftigung mit den Themenfeldern Digitalisierung und Binnendifferenzierung innerhalb der Fortbildung einen wirksamen Effekt bei den teilnehmenden Lehrkräften zeigt. Mit dem Beginn der Fortbildung im Herbst 2024 erfolgt bei den Kursteilnehmenden des DiBi-MOOCs (vgl. Abbildung 1) die Erfassung von TPACK und der Berechnung des Gain-Pain-Index in einem größeren Maßstab innerhalb des Beforschungsvorhabens (vgl. Tabelle 1). Die vorgestellte Pilotierung im Hochschulkontext stellt einen ersten Schritt im EDR-Ansatz dar und erfasst, inwieweit die Teilnahme an ausgewählten Abschnitten des Fortbildungsprogramms und die Arbeit mit digitalen Technologien nach einer Interventionszeit von 13 Wochen zu einer Veränderung im selbsteingeschätzten Professionswissen und der Bereitschaft zum Technologieeinsatz führen kann. Die Auswertung belegt, dass insbesondere das technologisch-pädagogische Wissen (TPK) und das technologisch-fachdidaktische Wissen (TPACK) innerhalb der Pilotierung signifikant und mit kleiner bis mittlerer Effektstärke zunehmen. Die teilnehmenden Studierenden gaben also an, sich in den Bereichen TPK und TPACK kompetenter zu fühlen. Somit wurden die beiden wesentlichen Bausteine für die künftige Lehrtätigkeit adressiert und Voraussetzungen zur Professionalisierung für den

zielführenden Einsatz digitaler Technik geschaffen (vgl. Richter/Lazarides/Scheiter 2024). Jedoch veränderte sich der Gain-Pain-Index in Bezug auf den Technik-Einsatz im Biologieunterricht nicht wesentlich durch die Teilnahme. Auch in den übrigen TPACK-Facetten konnte keine signifikante Steigerung beobachtet werden. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass diese Facetten nicht gezielt im Seminar behandelt, sondern als freiwillige Vertiefung in der Selbstlernphase angeboten wurden. Im Rahmen des Seminars wurde besonderer Wert auf die möglichst konkrete digitale Umsetzung von binnendifferenziertem Biologieunterricht gelegt. Eine Begutachtung der entstandenen Unterrichtseinheiten und die Untersuchung eines Zusammenhanges zu neu erworbenen Kompetenzen im Bereich TPACK steht noch aus.

Danksagung

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projektes *ComeMINT-Netzwerk. fortbilden durch vernetzen – vernetzen durch fortbilden. Gelingensbedingungen adaptiver MINT-Fortbildungsmodule in Community Networks*, das aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert und aus Mitteln der Europäischen Union (NextGenerationEU) finanziert wird (Förderkennzeichen 01JA23M06H). Für den Inhalt dieser Veröffentlichung sind die Autor*innen verantwortlich.

Literatur

- Ajzen, Icek (1991): The Theory of Planned Behavior. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, pp. 179–211. doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- Arnold, Julia/Kremer, Kerstin/Mayer, Jürgen (2017): Scaffolding beim Forschenden Lernen. Eine empirische Untersuchung zur Wirksamkeit von Lernunterstützungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, S. 21–37. doi.org/10.1007/s40573-016-0053-0.
- Auferkorte-Michaelis, Nicole/Linde, Frank (Hrsg.) (2018): *Diversität lernen und lehren – ein Hochschulbuch*. Opladen, Berlin, Toronto: Barbara Budrich. doi.org/10.25656/01:15847.
- Backfisch, Iris/Sibley, Leonie/Lachner, Andreas/Kirchner, Kenneth Tulku/Hische, Christoff/Scheiter, Katharina (2024): Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): Utility-value interventions support knowledge integration. In: *Teaching and Teacher Education*, 142. doi.org/10.1016/j.tate.2024.104532.
- Bosse, Stefanie/Spörer, Nadine (2014): Erfassung der Einstellung und der Selbstwirksamkeit von Lehramtsstudierenden zum inklusiven Unterricht. In: *Empirische Sonderpädagogik*, 6 (4), S. 279–299. doi.org/10.25656/01:10019.
- Brändle, Marcus/Sotiriadou, Christina/Zinn, Bernd (2023): Self-assessments, attitudes, and motivational orientations towards the use of digital media in teaching: A comparison between student teachers of different subject clusters. In: *Heliyon*, 9 (9). doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19516.
- Brianza, Eliana/Schmid, Mirjam/Tondeur, Jo/Petko, Dominik (2024): The digital silver lining of the pandemic: The impact on preservice teachers' technological knowledge and beliefs. In: *Education and Information Technologies*, 29 (2), pp. 1591–1616. doi.org/10.1007/s10639-023-11801-w.
- Budde, Jürgen (2015): Zum Verhältnis der Begriffe Inklusion und Heterogenität. In: Häcker, Thomas/Walm, Maik (Hrsg.): *Inklusion als Entwicklung. Konsequenzen für Schule und Lehrerbildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 117–133.
- Canning, Elizabeth A./Priniski, Stacy J./Harackiewicz, Judith M. (2019): Unintended consequences of framing a utility-value intervention in two-year colleges. In: *Learning and Instruction*, 62, pp. 37–48. doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.001.

- Cohen, Jacob (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge. doi.org/10.4324/9780203771587.
- Eickelmann, Birgit (2017): *Kompetenzen in der digitalen Welt. Konzepte und Entwicklungsperspektiven*. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Studienförderung.
- Eickelmann, Birgit/Drossel, Kerstin (2020): *Schule auf Distanz. Perspektiven und Empfehlungen für den neuen Schulalltag. Eine repräsentative Befragung von Lehrkräften in Deutschland*. Düsseldorf: Vodafone Stiftung Deutschland.
- Endberg, Manuela (2019): *Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung*. In: *Empirische Erziehungswissenschaft*, Band 71. Münster, New York: Waxmann.
- forsa (2020): *Das Deutsche Schulbarometer Spezial – Corona-Krise*. Berlin: forsa Politik- und Sozialforschung. deutsches-schulportal.de/unterricht/dasdeutsche-schulbarometer-spezial-corona-krise.
- Francis, Jilian/Eccles, Martin P./Johnston, Marie/Walker, Anne/Grimshaw, Jeremy/Foy, Robbie/Kaner, Eileen F. S./Smith, Liz/Bonetti, Debbie (2004): *Constructing Questionnaires Based on the Theory of Planned Behavior: A Manual for Health Services Researchers*. University of Newcastle upon Tyne: Centre for Health Services Research.
- Hähn, Katharina/Ratermann-Busse, Monique (2020): *Digitale Medien in der Berufsbildung – eine Herausforderung für Lehrkräfte und Ausbildungspersonal?* In: *Wilmers, Annika/Anda, Carolin/Keller, Carolin/Rittberger, Marc (Hrsg.): Bildung im digitalen Wandel. Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung*. Münster, New York: Waxmann, S. 129–158. doi.org/10.25656/01:20768.
- Hartung, Julia/Zschoch, Elsa/Wahl, Michael (2021): *Inklusion und Digitalisierung in der Schule. Ge-
lingensbedingungen aus der Perspektive von Lehrerinnen und Lehrern sowie Schülerinnen und Schülern*. In: *MedienPädagogik* 41, S. 55–76. doi.org/10.21240/mpaed/41/2021.02.04.X.
- Heinen, Richard/Kerres, Michael (2015): *Individuelle Förderung mit digitalen Medien: Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. bertelsmann-stiftung.de/en/publications/publication/did/individuell-foerdern-mit-digitalen-medien/.
- Hetmanek, Andreas/Diery, Annika/Knogler, Maximilian/Schneeweiss, Annika/Seidel, Tina (2023): *Das Clearing House Unterricht. Eine Plattform zur Stärkung der Evidenzbasierung in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften*. In: *Besa, Kris-Stephen/Demski, Denise/Gesang, Johanna/Hinzke, Jan-Hendrik (Hrsg.): Evidenz- und Forschungsorientierung in Lehrer*innenbildung, Schule, Bildungspolitik und -administration*. Wiesbaden: Educational Governance 55; Springer VS, S. 107–124. doi.org/10.1007/978-3-658-38377-0_6.
- Huber, Stephan Gerhard/Günther, Paula Sophie/Schneider, Nadine/Helm, Christoph/Schwander, Marius/Schneider, Julia A./Pruitt, Jane (2020): *COVID 19 – aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung. Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. In: *Münster, New York: Waxmann*, S. 29–33. doi.org/10.25656/01:20579.
- Huwer, Johannes/Irion, Thomas/Kuntze, Sebastian/Schaal, Steffen/Thyssen, Christoph (2019): *Von TPaCK zu DPaCK: Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen*. In: *MNU Journal*, (5), S. 358–364. ISSN 0025-5866.
- Kerres, Michael (2018): *Bildung in der digitalen Welt: Wir haben die Wahl*. In: *denk-doch-mal.de, Online-Magazin für Arbeit-Bildung-Gesellschaft*, Ausgabe 02-18, S. 1–7.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2021): *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. [kmk.org](https://www.kmk.org).
- KMK – Kultusministerkonferenz (2016): *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. [kmk.org](https://www.kmk.org).

- Lipowsky, Frank/Rzejak, Daniela (2021): Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten. Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung. doi.org/10.11586/2020080.
- McKenney, Susan/Reeves, Thomas (2018): *Conducting educational design research*. London: Routledge.
- Meier, Monique/Schaal, Steffen/Thyssen, Christoff (2024): *Digital Biologie unterrichten: Grundlagen, Impulse und Perspektiven*. Hannover: Klett; Kallmeyer.
- Mishra, Punya/Koehler, Matthew J. (2006): Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. In: *Teachers College Record*, 108 (8), pp. 1017–1054.
- Müller, Florian H./Andreitz, Irina/Hanfstingl, Barbara (2008): Die Bedeutung der Selbstbestimmung von Lehrpersonen für Unterricht und Lernen – Empirische Befunde aus dem Interventionsprojekt IMST. In: Kelner, Nicole/Müller, Florian H. (Hrsg.): *Wissenschaftliche Beiträge aus dem Institut für Unterrichts- und Schulentwicklung Nr. 3*. Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität.
- Mustafa, Mirlina/Ioannidis, Anestis/González, Laura Ferreira/Dabrowski, Timo/Großschedl, Jörg (2021): Fostering learning with incremental scaffolds during chemical experimentation: A study on junior high school students working in peer-groups. In: *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 29 (2), pp. 19–31. doi.org/10.30722/IJISME.29.02.002.
- Neuweg, Georg Hans (2010): Fortbildung im Kontext eines phasenübergreifenden Gesamtkonzepts der Lehrerfortbildung. In: Müller, Florian H./Eichenberger, Astrid/Lüders, Manfred/Mayr, Johannes (Hrsg.): *Lehrerinnen und Lehrer lernen – Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung*. Münster: Waxmann.
- Richter, Dirk/Lazarides, Rebecca/Scheiter, Katharina (2024): Stichwort: Professionalisierung von Lehrkräften für die digitale Transformation. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 27 (3), S. 613–636. doi.org/10.1007/s11618-024-01242-7.
- Rubach, Charlott/Lazarides, Rebecca (2020): Digitale Kompetenzeinschätzungen von Lehramtsstudierenden fördern. In: *Journal für LehrerInnenbildung* 20 (1), S. 88–97. doi.org/10.25656/01:19393.
- Rzejak, Daniela/Gröschner, Alexander/Lipowsky, Frank/Richter, Dirk/Calcagni, Elisa (2023): Qualität von Lehrkräftefortbildungen einschätzen. Ein Arbeitsbuch aus dem Projekt IMPRESS. I, 41 (51) S. 42-44. doi.org/10.25656/01:26502.
- Sadaf, Ayesha/Newby, Timothy J./Ertmer, Peggy A. (2012): Exploring factors that predict preservice teachers' intentions to use Web 2.0 technologies using decomposed theory of planned behavior. In: *Journal of Research on Technology in Education*, 45 (2), pp. 171–196. doi.org/10.1080/15391523.2012.10782602.
- Schmitz, Lena/Simon, Toni/Pant, Hans Anand (2020): Heterogenitätssensibilität angehender Lehrkräfte: empirische Ergebnisse. In: Brodesser, Ellen/Frohn, Julia/Welskop, Nena/Liebsch, Ann-Catherine/Moser, Vera/Pech, Detlef (Hrsg.): *Inklusionsorientierte Lehr-Lern-Bausteine für die Hochschullehre. Ein Konzept zur Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt 2020, S. 113–123. doi.org/10.25656/01:19022.
- Senkbeil, Martin/Ihme, Jan Marten/Schöber, Christian (2020): Empirische Arbeit: Schulische Medienkompetenzförderung in einer digitalen Welt: Über welche digitalen Kompetenzen verfügen angehende Lehrkräfte? In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 67, S. 1–19. doi.org/10.2378/peu2020.art12d.
- Stiller, Cornelia/Wilde, Matthias (2021): Einfluss gestufter Lernhilfen als Unterstützungsmaßnahme beim Experimentieren auf den Lernerfolg im Biologieunterricht. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24 (3), S. 743–763. doi.org/10.1007/s11618-021-01017-4.

- Thyssen, Christoph/Huwer, Johannes/Irion, Thomas/Schaal, Steffen (2023): From TPACK to DPACK: The Digitality-Related Pedagogical and Content Knowledge-Model in STEM-Education. In: *education sciences*, 13 (8), 769. doi.org/10.3390/educsci13080769.
- van Ackeren, Isabell/Aufenanger, Stefan/Eickelmann, Birgit/Friedrich, Steffen/Kammerl, Rudolf/Knopf, Julia/Mayrberger, Kerstin/Scheika, Heike/Scheiter, Katharina/Schiefner-Rohs, Mandy (2019): Digitalisierung in der Lehrerbildung. Herausforderungen, Entwicklungsfelder und Förderung von Gesamtkonzepten. In: *DDS – Die Deutsche Schule*, 111 (1), S. 103–119. doi.org/10.25656/01:19046.
- Wilde, Matthias/Bätz, Katrin/Kovaleva, Anastassiya/Urhahne, Detlef (2009): Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, S. 31–45. pub.uni-bielefeld.de/record/2404161.
- Zabel, Sarah/Schlaile, Michael P./Otto, Siegmund (2023): Breaking the chain with individual gain? Investigating the moral intensity of COVID-19 digital contact tracing. In: *Computers in Human Behavior*, 143 (107699). doi.org/10.1016/j.chb.2023.107699.
- Zimmer, Gerhard (2003): Aufgabenorientierte Didaktik des E-learning. In: *Handbuch E-Learning*, 4, S. 1–14.

Informationen zu den Autor*innen



Dr. Rebekka Karbstein arbeitet im Projekt ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital. Nach einem fachwissenschaftlichen Studium mit anschließender Promotion am Joseph Gottlieb Kölreuter Institut für Pflanzenwissenschaften (JKIP) am KIT ist sie nun als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biologie der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg tätig.
rebekka.karbstein@ph-ludwigsburg.de

Dr. Marcus Brändle ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart in der Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT). Er ist seit November 2018 am Institut tätig und beschäftigt sich mit Kompetenzen in der natur- und technikwissenschaftlichen Bildung sowie mit digitalen Kompetenzen von Studierenden und Lehramtsstudierenden. Er hat ein Lehramtsstudium (Erstes Staatsexamen) in den Fächern Chemie und Naturwissenschaft & Technik an der Universität Stuttgart absolviert.



marcus.braendle@ife.uni-stuttgart.de



Dr. Nadine Großmann studierte die Fächer Chemie und Biologie für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Universität Bielefeld. Im Anschluss promovierte sie an diesem Standort im Fachbereich Biologiedidaktik. Derzeit ist sie als Studienrätin im Hochschuldienst an der Universität zu Köln tätig. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in der biologiedidaktischen Unterrichts- und Professionsforschung.

nadine.grossmann@uni-koeln.de

Dr. Jörg Grossschedl ist Universitätsprofessor am Institut für Biologiedidaktik an der Universität zu Köln. Er hat an der Ludwig-Maximilians-Universität München Lehramt mit den Unterrichtsfächern Biologie und Chemie studiert und seine Promotion an der Christian-Albrechts-Universität Kiel abgeschlossen. Er war am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig.



j.grossschedl@uni-koeln.de



Lea Gussen arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biologiedidaktik der Universität zu Köln. Sie ist Teil des Projekts ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital.

lea.gussen@uni-koeln.de

Maike Hering arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachgebiet Nachhaltige Entwicklung und Wandel der Universität Hohenheim.



maike.hering@uni-hohenheim.de



Dr. Svea Isabel Kleinert ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Didaktik der Biologie (Biology Education Research and Learning Lab) an der Universität Duisburg-Essen. Nach einem Studium der Biologie und Chemie für das Lehramt Gymnasium / Gesamtschule an der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg hat sie eine Promotion an der Universität Bielefeld im Themenfeld der Binnendifferenzierung und des selbstregulierten Lernens im Fach Biologie absolviert.
svea.kleinert@uni-due.de

Ricarda Lohrsträter arbeitet im Projekt ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital. Sie ist Lehrerin für die Fächer Biologie und Deutsch und als abgeordnete Lehrkraft am Institut für Biologiedidaktik der Universität zu Köln tätig.
ricarda.lohrstraeter@uni-koeln.de



Margit Offermann arbeitet im Projekt ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Biologiedidaktik an der Universität Bielefeld.
margit.offermann@uni-bielefeld.de

Dr. Siegmар Otto ist Universitätsprofessor des Fachgebiets Nachhaltige Entwicklung und Wandel der Universität Hohenheim. Er erforscht die digitale Transformation und insbesondere künstliche Intelligenz aus einem nachhaltigen Blickwinkel. Seine Forschung an der Schnittstelle zwischen Mensch und Computer umfasst Themen wie Bias in der KI, welche Faktoren den Output von Algorithmen beeinflussen und die Auswirkungen auf die menschliche Wahrnehmung und das Verhalten.
siegmar.otto@uni-hohenheim.de



Pascal Schaldach arbeitet im Projekt ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital. Er studierte Gymnasiallehramt für die Fächer Biologie und Sportwissenschaft. Seit 2024 promoviert er in der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik (Zoologie/Humanbiologie) an der Universität Bielefeld.
pascal.schaldach@uni-bielefeld.de

Christina Sotiriadou hat Psychologie studiert und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Stuttgart in der Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT). Sie beschäftigt sich mit Bildungsinitiativen zur Förderung von MINT-Interessen und Selbstkonzepten, dem schulischen Stresserleben sowie der digitalen Kompetenzentwicklung von Studierenden. Darüber hinaus ist sie in der Lehre in den Bereichen Berufsorientierung, Heterogenität und Inklusion, Pädagogische Psychologie sowie Datenanalyse aktiv.
christina.sotiriadou@ife.uni-stuttgart.de





Nicol Sperling studierte die Fächer Anglistik und Biologie an den Universitäten Vechta und Osnabrück und schloss ihr Studium 2022 mit dem Master of Education für Gymnasien und Gesamtschulen ab. Seither arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Biologiedidaktik der Universität Bielefeld im Projekt ComeMINT des Kompetenzverbundes lernen:digital und ist nun am Institut für Erziehungswissenschaft der Universität Osnabrück im Projekt DigiSchuKuMPK tätig.
nicol.sperling@uni-osnabrueck.de

Dr. Matthias Wilde, Universitätsprofessor für Biologiedidaktik an der Universität Bielefeld, Direktor der Bielefeld School of Education.

Arbeitsschwerpunkte: Interesse und Motivation, SSI, Umgang mit Heterogenität und Digitalisierung.

matthias.wilde@uni-bielefeld.de



Sarah Zabel ist Psychologin und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Nachhaltige Entwicklung und Wandel der Universität Hohenheim. In ihrer Forschung befasst sie sich mit der Interaktion und Kollaboration zwischen Menschen und digitalen Systemen. Dabei untersucht sie unter anderem förderliche und hinderliche Faktoren in Bezug auf die Akzeptanz von Technologie.

sarah_zabel@uni-hohenheim.de

Dr. Steffen Schaal ist Professor für Biologie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. In Forschung und Lehre ist einer seiner Schwerpunkte die Integration digitaler Technologien in Bildungsprozesse der Biologie und BNE.
schaal@ph-ludwigsburg.de



Zitationshinweis:

Karbstein, Rebekka/Brändle, Marcus/Großmann, Nadine/Großschedl, Jörg/Gussen, Lea/Hering, Maike/Kleinert, Svea Isabel/Lohrsträter, Ricarda/Offermann, Margit/Otto, Siegmar/ Schaldach, Pascal/ Sotiriadou, Christina/Sperling, Nicol/Wilde, Matthias/Zabel, Sarah/Schaal, Steffen (2024): Digital gestufte Lernhilfen als Vehikel der digitalitätsbezogenen Lehrkräfte-Professionalisierung im Biologieunterricht. In: *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik – LBzM*, 24, S. 1–18. doi.org/10.21240/lbzm/24/12.