

- Studium – Zur prognostischen Validität kognitiver und psycho-motivationaler Auswahlkriterien. *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 12(1), 82–110. <https://doi.org/10.1007/s11618-008-0044-0>
- Dieter, M. (2012). *Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren*. Dissertation.
- Geisler, S. (2020). *Bleiben oder Gehen?* Ruhr-Universität Bochum: Dissertation.
- Gildehaus, L. (in Druck). Identität als Perspektive zur Genese individueller Wertehierarchien im Mathematikstudium, In: Susanne Prediger & Kerstin Heil (Hrsg). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2021*
- Gildehaus, L. & Liebendörfer, M. (akzeptiert). "I don't need this" – understanding preservice teachers disaffection with university mathematics, In: Proceedings of the 44th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Research Report.
- Göller, R. (2020). *Selbstreguliertes Lernen im Mathematikstudium*. Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI:10.1007/978-3-658-28681-1
- Göller, R., & Liebendörfer, M. (2016). Eine alternative Einstiegsvorlesung in die Fachmathematik – Konzept und Auswirkungen. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 321–324). WTM-Verlag Münster.
- Grieser, D. (2016). Mathematisches Problemlösen und Beweisen: Ein neues Konzept in der Studieneingangsphase. In A. Hoppenbrock, R. Biehler, R. Hochmuth, & H.-G. Rück (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 661–675). Springer Fachmedien Wiesbaden. [http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-10261-6\\_41](http://link.springer.com/10.1007/978-3-658-10261-6_41)
- Grieser, D. (2017). *Mathematisches Problemlösen und Beweisen*. Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI:10.1007/978-3-658-14765-5
- Hilgert, J., Hoffmann, M., & Panse, A. (2015). *Einführung in mathematisches Denken und Arbeiten: Tutoriell und transparent*. Lehrbuch. Springer Spektrum.
- Neugebauer, M., Heublein, U., & Daniel, A. (2019). Studienabbruch in Deutschland: Ausmaß, Ursachen, Folgen, Präventionsmöglichkeiten. *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft*, 22(5), 1025–1046. DOI:10.1007/s11618-019-00904-1
- Kuklinski, C., Liebendörfer, M., Hochmuth, R., Biehler, R., Schaper, N., Lankeit, E., Leis, E., & Schürmann, M. (2019). Features of innovative lectures that distinguish them from traditional lectures and their evaluation by attending students. In *Proceedings of CERME 11*.
- Liebendörfer, M. (2018). *Motivationsentwicklung im Mathematikstudium*. Springer Fachmedien Wiesbaden. DOI:10.1007/978-3-658-22507-0
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (2019). *Lehrereinstellungsbedarf und -angebot in der Bundesrepublik Deutschland 2019–2030 – Zusammengefasste Modellrechnungen der Länder*. [www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Dok\\_226\\_Bericht\\_LEB\\_LEA\\_2020.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Dok_226_Bericht_LEB_LEA_2020.pdf) (20. 5. 2021)
- Lara Gildehaus, Universität Paderborn  
E-Mail: [lara.gildehaus@math.uni-paderborn.de](mailto:lara.gildehaus@math.uni-paderborn.de)
- Robin Göller, Universität Lüneburg  
E-Mail: [robin.goeller@leuphana.de](mailto:robin.goeller@leuphana.de)
- Michael Liebendörfer, Universität Paderborn  
E-Mail: [michael.liebendoerfer@math.uni-paderborn.de](mailto:michael.liebendoerfer@math.uni-paderborn.de)

## Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht der Grundschule – Das math.media.lab der Humboldt-Universität zu Berlin

Frederik Grave-Gierlinger, Steven Beyer und Katja Eilerts

### 1 Einleitung

Mit der Veröffentlichung des Strategiepapiers „Bildung in der digitalen Welt“ durch die Kultusministerkonferenz (KMK 2016) sind Schulen in die Verpflichtung geraten, die Entwicklung digitaler Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern auf geeignete Weise zu fördern. Aufgrund des Fehlens eines Faches für Informatik sehen sich die Grundschulen dabei der besonderen Herausforderung gegenüber, die geforderte Entwicklung digitaler Kom-

petenzen fächerintegrativ bzw. fächerübergreifend zu gestalten. Lehrkräfte der Grundschule sind mit anderen Worten dazu angehalten, digitale Medien auf solche Weise in ihrem Fachunterricht einzusetzen, dass Schülerinnen und Schüler Gelegenheit erhalten digitale Kompetenzen zu entwickeln. Studien belegen die besondere Bedeutung, die der Lehrkraft für den Erwerb digitaler Kompetenzen durch Schülerinnen und Schüler zukommt (Schibeci et al. 2008) und weisen darauf hin, dass Umfang und Art des Einsatzes digitaler Medien im Unter-

richt wesentlich von Überzeugungen der Lehrkraft bestimmt wird (Tondeur et al. 2008). Insbesondere konnte in der Vergangenheit gezeigt werden, dass die Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die Nutzung digitaler Medien in direktem Bezug zu Umfang und Art des Einsatzes digitaler Medien im Klassenzimmer steht (Kreijns et al. 2013; Sang et al. 2010; Mumtaz 2000): Lehrkräfte mit einer höheren Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die Nutzung digitaler Medien setzen digitale Medien häufiger und zielgerichteter im Unterricht ein als Kolleginnen und Kollegen mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung. Aus diversen Erhebungen der letzten Jahre wissen wir zudem, dass die Zahl der Lehrkräfte, die in Deutschland im Rahmen ihrer Aus- und Fortbildung Erfahrungen mit dem Einsatz digitaler Medien im Unterricht sammeln konnten, sowohl relativ als auch absolut gesehen, gering ist und eine große Zahl an Lehrkräften über eine im internationalen Vergleich niedrige Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf die Nutzung digitaler Medien besitzt (vgl. Fraillon et al. 2019; Schmid, Goertz & Behrens 2017; Thom et al. 2017). Der Erwerb digitaler Kompetenzen durch Lehrkräfte gilt daher als eine zentrale Herausforderung der erfolgreichen Digitalisierung deutscher Schulen (Reinhold & Reiss 2020).

Die Gestaltung von Aus- und Fortbildungsangeboten für (angehende) Grundschullehrkräfte zum angemessenen Einsatz von digitalen Medien ist entsprechend ein wichtiges Handlungsfeld, um zeitgemäßen Unterricht an den Schulen zu ermöglichen und langfristig eine Kultur digitalen Lehrens und Lernens zu etablieren. An vielen lehrkraftbildenden Hochschulen wurden dazu Lern- bzw. Forschungswerkstätten (vgl. u. a. Tänzer et al. 2019) und Lehr-Lern-Labore (vgl. u. a. Priemer & Roth 2019) mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten eingerichtet. Die geschaffenen Angebote zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht von einer traditionell instruktiven Belehrungskultur geprägt sind, sondern eine Nähe zur konstruktivistischen Didaktik bzw. ein konstruktivistisches Lernverständnis als Basis für die (Lehr-)Lernprozesse haben (Müller-Naendrup 2020). Ziel ist i. A. die Initiierung einer bewussten, kritischen und reflexiven Auseinandersetzung mit Themen der Schul- bzw. Unterrichtsentwicklung mit besonderem Blick auf einen fachdidaktisch fundierten und an den Grenzen analoger Lernarrangements orientierten Einsatz digitaler Medien.

Der vorliegende Beitrag stellt im Folgenden das Konzept des 2018 an der Humboldt-Universität zu Berlin eröffneten math.media.labs vor, welches als Brückenprojekt zwischen Analogem und Digitalem einen gleichermaßen offenen wie geschützten Ort des Ausprobierens und Experimentierens mit digi-

talen Technologien bietet und als regionales Leuchtturmprojekt digitalen Lehrens und Lernens initiiert wurde (vgl. Beyer et al. 2020).

## 2 Konzeption, Angebotsgestaltung und Begleitforschung

Das math.media.lab bietet Studierenden und Lehrkräften der ersten bis sechsten Klassen einen Ort an dem digital unterstützte Lernumgebungen für den Mathematikunterricht der Grundschule erkundet, erprobt, entwickelt, adaptiert und evaluiert werden können. Ausgangspunkt allen Handelns sind dabei die Herausforderungen und Grenzen analogen Lernens, die durch den Einsatz von digitalen (Unterstützungs-)Elementen überwunden werden können und sollen. Dazu werden medienpädagogische, informatische, grundschulpädagogische und mathematikdidaktische Expertise gebündelt, um interdisziplinär bei Auswahl, Gestaltung und Einsatz digital unterstützter Lernangebote moderieren und begleiten zu können. Es wird dabei der oben beschriebene konstruktiv-kritische Ansatz verfolgt, der vielfältig u. a. an die Ziele der Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ (KMK 2016) und der Bildungsstandards für das Fach Mathematik in der Primarstufe (KMK 2004) anknüpft.

### 2.1 Angebote und ihre Ausgestaltung

Die Angebote im math.media.lab sind, aufgrund der längeren und komplexeren Lern- sowie spezifischen Berufserfahrung von Erwachsenen, nicht nach denselben Mustern wie das schulische Lernen von Schülerinnen und Schülern organisiert (Gerstenmeier & Mandl 2011; Törner 2015). Sie stellen zudem nicht nur auf die Vermittlung von Professionswissen, sondern auch auf die Förderung des Erlebens von Selbstwirksamkeit und Freude sowie den Abbau von Vorbehalten und ggf. Ängsten beim Einsatz digitaler Medien ab. Verschiedene Maßnahmen haben sich als vorteilhaft zur Erreichung dieses Ziels erwiesen: Zu nennen sind etwa das selbstständige Experimentieren mit digitalen Medien (Somekh 2008), das Erleben von eigener Kompetenz im Umgang mit digitalen Medien (Ottenbreit-Leftwich 2007) sowie die Zusammenarbeit mit erfahreneren Peers (Ertmer et al. 2006). Unter der Maßgabe, dass neues Wissen im besten Fall durch Handlungsbezug und im Austausch mit anderen konstruiert wird, stellt das math.media.lab eine Reihe unterschiedlicher Angebote bereit.

### Offene Angebote

Ein niederschwelliges Angebot für Lehramtsstudierende und berufstätige Lehrkräfte sind die offenen Sprechzeiten, in denen das Lehr-Lern-Labor ohne

Voranmeldung besucht werden kann. Die Sprechzeiten finden mehrmals die Woche statt, werden durch Mitarbeitende des math.media.lab begleitet und sollen vor allem dem freien Experimentieren mit digitalen Medien in Kooperation mit anderen dienen. Die Mitarbeitenden stellen sicher, dass die vorhandene Hard- und Software zugänglich ist, ohne Probleme genutzt werden kann und helfen bei Fragen oder der Entwicklung von Ideen weiter. Es besteht außerdem die Möglichkeit der Ausleihe von einzelnen Geräten oder einem Komponentenverbund, um selbstentwickelte Ideen oder empirisch validierte Best-Practice-Materialien in der Unterrichtspraxis zu erproben.

Zudem kann das Lehr-Lern-Labor von (angehenden) Lehrkräften als Klassenraum für die Durchführung digital unterstützten Unterrichts gebucht werden, um dadurch Herausforderungen des schulischen Alltags wie fehlender, veralteter oder nicht funktionsfähiger Technik, zu begegnen. Dies trägt dazu bei Vorbehalte und Ängste abzubauen, weil sich (angehende) Lehrkräfte vorrangig um die Unterrichtsplanung bzw. -durchführung kümmern können, sich nicht zusätzlich um die Funktionstüchtigkeit der Ausstattung sorgen müssen und in Absprache mit den Mitarbeitenden vor Ort während der Unterrichtsdurchführung unterstützt werden.

#### *Aus- und Fortbildung*

Eine zweite Angebotskategorie stellen die berufs begleitenden Lehrkräftefortbildungen und die universitären Lehrveranstaltungen (inkl. Praxissemester) dar, die ebenfalls durch die Ideen der Selbsttätigkeit, Offenheit und der Verantwortung für den eigenen Lernprozess geprägt sind. Ausgangspunkt der Veranstaltungen ist stets die vergleichende Erkundung und Analyse von analogen und digital unterstützten Lernumgebungen:

Aufgabe und Ziel zugleich ist es vor diesem Hintergrund, Anforderungen, Handlungsmöglichkeiten und Potentiale in den Lernumgebungen auszuloten und eine eigenständige medieninklusive Haltung zu entwickeln – Bewährtes zu bewahren, die bisherige Praxis – wenn fachdidaktisch sinnvoll und möglich – zu optimieren und neue Praxis zu innovieren. Das vergleichende Analysieren soll daher zur Entwicklung von Mündigkeit in der Auseinandersetzung mit analogem und digital unterstütztem Mathematiklernen beitragen. (Huhmann et al. 2019, S. 281).

Als Grundarchitektur dienen inhaltsübergreifende Konzeptbausteine die wissenschaftsbasiert und mit Blick auf eine enge Verzahnung von Theorie und Praxis entwickelt wurden (Huhmann et al. 2019). Diese erlauben adaptiv Veranstaltungsformate für

alle Lehrkräftebildungsphasen zu gestalten und orientieren sich an den Merkmalen wirksamer Professionalisierungsmaßnahmen für Lehrkräfte (vgl. Lipowsky 2019). Durch begleitende Untersuchungen werden die Veranstaltungen im Sinne des *Design-Based-Research* (Gravemeijer & Cobb 2006) iterativ weiterentwickelt. Zentrales Ziel aller Maßnahmen dieser Angebotskategorie ist, dass die Teilnehmenden ein vertieftes mathematikdidaktisches sowie technologiebasiertes Wissen zum Lernen und Lehren anhand prototypischer Lehr-Lern-Umgebungen aufbauen und Lehr-Lern-Umgebungen mit analogen und digitalen Medien auf mögliche Potenziale analysieren lernen, um mit diesem Wissen Materialien für den eigenen Unterricht (weiter) zu entwickeln und an die jeweilige konkrete Klassensituation auf geeignete Weise anzupassen. Eine erfolgreiche Teilnahme an den Aus- und Fortbildungsmaßnahmen versetzt Lehrkräfte in die Lage effektive, digital unterstützte Lehr-Lern-Prozesse zu gestalten und legt den Grundstein dafür Schülerinnen und Schülern durch regelmäßige und kontinuierliche Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Bildungstechnologien den Erwerb digitaler Kompetenzen zu ermöglichen.

#### *2.2 Begleitforschung*

Die Angebote des math.media.lab als multimedialem Makerspace werden von einer Reihe von Forschungsprojekten gerahmt, die sich multiperspektivischen Fragestellungen auf Ebene der Lernenden, Lehrenden sowie der Unterrichtsmaterialien widmen. Durch diese begleitenden Untersuchungen werden die Angebote des math.media.lab unter Beteiligung möglichst vieler Stakeholder weiterentwickelt. Im Folgenden soll ein Überblick über Ziele, Methoden und bereits vorliegende Ergebnisse einiger Teilprojekte gegeben werden.

#### *Digitalbezogene Ausstattung & ihre Nutzung*

Ein wichtiger Forschungsschwerpunkt des math.media.lab liegt auf der Untersuchung der Voraussetzungen der Mediatisierung bzw. Digitalisierung deutscher Grundschulen. Aufbauend auf dem im Länderindikator (Lorenz et al. 2017) vorgestellten Modell der Qualitätsdimensionen schulischer Medienbildung, welches technische und räumliche Infrastruktur sowie die Kompetenz schulischer Akteure als zentrale Inputfaktoren benennt, wurde 2019 in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Weingarten und der Universität Münster eine deutschlandweite Erhebung zur medialen Ausstattung und Nutzung digitaler Medien im Mathematikunterricht der Grundschule entwickelt (Huhmann et al. 2019) und durchgeführt (Vogel et al. 2020). Dabei zeigte sich, dass mehr als die Hälfte (54 %) der an Grundschulen tätigen Mathematiklehrkräfte in ihrem Unterricht aufgrund

mangelnder Ausstattung auf private Geräte zurückgreifen und dass es sich bei den regelmäßig im Unterricht genutzten Geräten in der Regel um Dokumentenkameras, Notebooks und Beamer handelt. Diese Befunde weisen auf einen doppelten Mangel an digitaler Ausstattung hin: Zum einen ist an deutschen Grundschulen ein Mangel an einsatzbereiten Geräten, die Lehrkräften für ihren eigenen Mathematikunterricht nutzen könnten, zu beanstanden; zum anderen zeigt sich ein Mangel an Diversität der im Mathematikunterricht eingesetzten digitalen Medien. Das math.media.lab leistet an diesem Punkt als multimedialer Makerspace, der wie bereits angedeutet auch von Schulklassen als Unterrichtsraum genutzt werden kann und in dem vielfältige digitale Unterstützungselemente für den Mathematikunterricht der Grundschule ausgeliehen werden können, einen wertvollen Beitrag zur Schaffung der Voraussetzungen für eine zunehmende Mediatisierung von Grundschulen im Raum Berlin/Brandenburg.

#### *Kompetenzerwerb & -entwicklung*

Die im math.media.lab angebotene und auf Grundlage der Gestaltungsprinzipien des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik (Barzel & Selter 2015) entwickelte Fortbildungsreihe „Mündigkeit in der digitalen Welt“ setzt daran anknüpfend am dritten im Länderindikator benannten Inputfaktor, der Kompetenz schulischer Akteure, an und wird von einem Forschungsprojekt begleitet, welches der Frage nachgeht, welche professionellen Kompetenzen (angehende) Grundschullehrkräfte aufweisen müssen, um digitale Medien didaktisch sinnvoll in den Mathematikunterricht integrieren zu können. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Testinstrumentes, welches auf Grundlage des TPACK-Modells (Mishra & Koehler 2006) die digitale Kompetenz von Lehrkräften bezogen auf den Einsatz digitaler Medien zur Erreichung mathematikdidaktischer Lernziele domänenspezifisch operationalisiert. Eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes soll erlauben, die Kompetenzentwicklung von (angehenden) Lehrkräften in Aus- und Fortbildungsmaßnahmen zu messen, um auf diesem Weg Stellenschrauben für die effektive (Weiter-)Entwicklung und kontinuierliche Verbesserung der Bildungsangebote des math.media.lab zu identifizieren. Eine bereits durchgeführte Pilotstudie mit 249 angehenden Grundschullehrkräften untersuchte Einflussfaktoren auf die Selbstwirksamkeitserwartung von Lehramtsstudierenden digitale Medien auf fachdidaktisch fundierte Weise im Mathematikunterricht einzusetzen (vgl. Jenßen et al. 2021). Die auf Grundlage der Kontroll-Wert-Theorie leistungsbezogener Emotionen (Pekrun 2006; Pekrun & Perry 2014) entwickelte Studie kam zum Ergebnis, dass (1) sub-

jektiv wahrgenommene Kontrolle über den Einsatz digitaler Medien zur Erreichung mathematikdidaktischer Lernziele einen dreimal so starken Effekt auf das Erleben von Freude beim Einsatz digitaler Medien aufweist wie der subjektiv wahrgenommene Wert digitaler Medien und dass (2) Freude eine zentrale Rolle in der Vermittlung zwischen der subjektiv wahrgenommenen Kontrolle und der Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf den Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht einnimmt. Beide Befunde heben die besondere Bedeutung von digitalen Werkstätten und Lehr-Lern-Laboren wie dem math.media.lab als Orte hervor, an denen in einem geschützten und spielerischen Rahmen vielfältige Gelegenheiten geschaffen werden können, Kontrollerfahrungen im Einsatz digitaler Medien zu machen und dadurch die schrittweise Etablierung digitaler Lehr- und Lernkultur an Schulen zu begünstigen.

#### *Unterstützung in hybriden Lernräumen*

Die bereits beschriebenen Aktivitäten in den unterschiedlichen Angeboten des math.media.lab im Kontext der Lehrkräfteprofessionalisierung und der erfolgreiche Transfer in unterrichtliches Handeln verlangen von den Beteiligten ein nicht zu unterschätzendes Maß an Selbstorganisations- und Mediennutzungskompetenzen (Beyer & Eilerts 2020). Gründe dafür sind die örtliche und zeitliche Vielfalt der Lerngelegenheiten (Törner 2015), die Vergleichzeitigung von Tätigkeiten (Schmidt-Lauff 2011) und zum Teil das Fehlen unmittelbarer Instruktionen im Lernprozess durch bspw. Dozierende (Lipowsky 2011). Um den Transfer von Aus- und Fortbildungsinhalten in konkretes unterrichtliches Handeln zu unterstützen, dessen Qualität zu verbessern und somit für eine größere Nachhaltigkeit der Aktivitäten zu sorgen, untersucht das Projekt MATCHED (Mobile Agents in TeaCHer EDucation) anhand der Angebote des math.media.lab auf welchem Wege man sogenannte conversational agents (Hobert & Meyer v. Wolff 2019) für das Lehrkräftelernen einsetzen kann. Auf Grundlage von Konzepten des mobile-learning und des micro-learning (vgl. de Witt & Gloerfeld 2018) werden konversationsbasierte Unterstützungselemente entwickelt, auf die die (angehenden) Lehrkräfte mittels eines Chatbots unmittelbar und zeitlich sowie örtlich entgrenzt zugreifen können (Beyer & Eilerts submitted). Zur bedarfsorientierten Ausgestaltung dieses Unterstützungsangebotes wurden in einer qualitativ-explorativen Untersuchung die Lernwege von Studierenden und Lehrkräften bei der o. g. Auseinandersetzung mit digital unterstützten Lernumgebungen ausgewertet. Anhand dieser Ergebnisse wurden folgende Handlungsfelder für die Unterstützung identifiziert: (1) Planung und Zeitmanagement, (2) Adaptionspro-

zesse, (3) Kooperationsanregung und (4) Reflexionsprozesse. Ziel des Forschungsprojektes ist es darauf aufbauend einen mobilen Lernbegleiter zu entwickeln, der im Sinne eines hybriden Lernraums den handlungsbezogenen Wissenserwerb und schließlich den erfolgreichen Transfer von der individuellen Lern-Aktivität hin zu erweitertem unterrichtlichem Handeln unterstützt (Beyer & Eilerts 2020; submitted).

#### *Inklusion und Heterogenitätssensibilität*

Ein weiteres, bereits Anfang des Jahres in den *GDM Mitteilungen* vorgestelltes Teilprojekt, welches an das math.media.lab angebunden ist, stellt die inklusionsorientierte Qualifizierung angehender Lehrkräfte in Form des Projektes FDQI-MINT dar. Bei diesem, durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt, entwickeln die Fachdidaktiken der MINT-Fächer in Kooperation mit den Rehabilitationswissenschaften sowie der Medien- und Sprachbildung gemeinsam und theoriegeleitet inklusionsorientierte Seminarkonzepte, in denen Möglichkeiten des Einsatzes digitaler Unterstützungselemente mit dem Ziel heterogenitätssensibleren MINT-Unterrichts, vorgestellt, erprobt und evaluiert werden (Bechinie et al. 2020).

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Werkstätten und Lehr-Lern-Labore an Hochschulen können dazu beitragen, zwei zentrale Herausforderungen bei der digitalen Transformation anzugehen. Dazu gehören neben den Fragen nach angemessener und fachdidaktisch relevanter Ausstattung ebenso die Fragen zum Erwerb digitalbezogener Wissensfacetten bei (angehenden) Lehrkräften. Sie sind in ihren Regionen reale Orte, die zum Erkunden, Experimentieren und Reflektieren einladen und sie ermöglichen den konstruktiven Austausch und die Zusammenarbeit unterschiedlicher Stakeholder. Projekte wie das math.media.lab leisten damit einen wertvollen Beitrag zur Integration digitaler Lernformen in den schulischen Unterricht und begünstigen in diesem Sinn die Etablierung einer digitalen Lehr-Lern-Kultur in ihren jeweiligen Regionen. Durch die Pflege eines Netzwerkes mit Vertreterinnen und Vertretern aus Schulpraxis, Wissenschaft, Bildungsverwaltung, Wirtschaft und Politik werden in den unterschiedlichen Teilprojekten des math.media.lab fortlaufend Lernsettings entworfen, erprobt, evaluiert, iterativ weiterentwickelt und die Ergebnisse dem Netzwerk wieder zurückgegeben. So können Innovationen für den Mathematikunterricht objektiv beurteilt, Anforderungen sowie Bedarfe definiert, durch Multiplikatoren in die Fläche getragen und wissenschaftlich begleitet werden.

### Literatur

- Barzel, B. & Selter, Ch. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Fortbildungen. *Journal der Mathematikdidaktik*, (36), 259–284.
- Bechinie, D., Eilerts, K., Frohn, J., Marsch, S., Upmeier zu Belzen, A., Mayer, S. & Priemer, B. (2020). Inklusionsorientierte Qualifizierung angehender Lehrkräfte – Das Projekt FDQI-HU-MINT der HU Berlin, *Mitteilungen der GDM*, (109), 6–9.
- Beyer, S. & Eilerts, K. (2020). Mit mobile learning Professionalisierungsprozesse von (angehenden) Mathematik-Lehrkräften in Fort- und Ausbildung unterstützen. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König, D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 395–400). Münster, New York: Waxmann.
- Beyer, S. & Eilerts, K. (submitted). *DE 10 2020 115 289.2*. München: Deutsches Patent- und Markenamt.
- Beyer, S., Grave-Gierlinger, F. & Eilerts, K. (2020). math.media.lab – Ein mathematikdidaktischer Makerspace für die Aus- und Fortbildung von Grundschullehrkräften. *Medienimpulse*, 58(4).
- de Witt, C. & Gloerfeld, Ch. (Hrsg.) (2018). *Handbuch Mobile Learning*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. & York, C. S. (2006). Exemplary technology-using teachers: Perceptions of factors influencing success. *Journal of Computing in Teacher Education*, 23 (2), 55–61.
- Frailon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D. & Friedman, T. (2019). *IEA international computer and information literacy study 2018 international report*. Cham: Springer Nature.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (2011). Konstruktivistische Ansätze in der Erwachsenenbildung und Weiterbildung. In R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 169–178). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research* (S. 17–51). London: Routledge.
- Hobert, S. & Meyer von Wolff, R. (2019). Say Hello to Your New Automated Tutor – A Structured Literature Review on Pedagogical Conversational Agents. *Proceedings of the 14th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, verfügbar unter [www.researchgate.net/publication/331333034\\_Say\\_Hello\\_to\\_Your\\_New\\_Automated\\_Tutor\\_-\\_A\\_Structured\\_Literature\\_Review\\_on\\_Pedagogical\\_Conversational\\_Agents](http://www.researchgate.net/publication/331333034_Say_Hello_to_Your_New_Automated_Tutor_-_A_Structured_Literature_Review_on_Pedagogical_Conversational_Agents) (letzter Zugriff 25.11.2020).
- Huhmann, T., Eilerts, K. & Höveler, K. (2019). Digital unterstütztes Mathematiklehren und -lernen in der Grundschule – Konzeptionelle Grundlage und übergeordnete Konzeptbausteine für die Mathematiklehreraus- und -fortbildung. In D. Walter & R. Rink (Hrsg.), *Digitale Medien in der Lehrerbildung Mathematik – Konzeptionelles und Beispiele für die Primarstufe. 5. Band der Reihe Lernen, Lehren und Forsuchen mit digitalen Medien in der Primarstufe* (S. 277–308). Münster: WTM-Verlag.

- Jenßen, L., Grave-Gierlinger, F. & Eilerts, K. (2021). Pre-Service Teachers' Enjoyment and ICT Teaching Self-Efficacy in Mathematics – An Application of Control-Value Theory. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*.
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland – KMK (2004). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik in der Primarstufe*. München, Neuwied: Luchterhand.
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland – KMK (2016). *Bildung in der digitalen Welt – Strategie der Kultusministerkonferenz*, verfügbar unter: [www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2016/2016\\_12\\_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf) (letzter Zugriff 25.11.2020).
- Kreijns, K., Vermeulen, M., Kirschner, P. A., van Buuren, H., & Van Acker, F. (2013). Adopting the integrative model of behavior prediction to explain teachers' willingness to integrate ICT in their pedagogical practices: A perspective for research on teachers' ICT usage in pedagogical practices. *Technology Pedagogy and Education*, (22), 55–71.
- Lipowsky, F. (2019). Wie kommen Befunde der Wissenschaft in die Klassenzimmer? – Impulse der Fortbildungsforschung. In Ch. Donie, F. Förster, M. Obermeyer, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenske, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer, Jahrbuch Grundschulforschung 23* (S. 170–174). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Lorenz, R., Bos, W., Endberg, M., Eickelmann, B., Grafe, S. & Vahrenhold, J. (2017). *Schule digital – der Länderindikator 2017*. Münster, New York: Waxmann.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge – A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054.
- Müller-Naendrup, B. (2020). Lernwerkstätten in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 721–726). Bad Heilbrunn: Klinkhart.
- Mumtaz, S. (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: A review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, (9), 319–341.
- Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2007). *Expert technology-using teachers: Visions, strategies, and development*. West Lafayette: Purdue University.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18 (4), 315–341.
- Pekrun, R. & Perry, R. P. (2014). Control-value theory of achievement emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International Handbook of Emotions in Education* (S. 120–141). New York: Routledge.
- Priemer, B. & Roth, J. (Hrsg.) (2019). *Lehr-Lern-Labore – Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Reinhold, F. & Reiss, K. (2020): Relevanz, Selbstwirksamkeit und Ängstlichkeit bezogen auf das Unterrichten von Mathematik mit digitalen Medien. Eine Interventionsstudie mit Lehrkräften aus Deutschland und Kolumbien. In K. Kaspar, M. Becker-Mrotzek, S. Hofhues, J. König & D. Schmeinck (Hrsg.), *Bildung, Schule, Digitalisierung* (S. 96–107). Münster: Waxmann.
- Sang, G., Valcke, M., van Braak, J., & Tondeur, J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers Education*, (54), 103–112.
- Schibeci, R., Lake, D., Phillips, R., Lowe, K., Cummings, R., & Miller, E. (2008). Evaluating the use of learning objects in Australian and New Zealand schools. *Computers Education*, (50), 271–283.
- Schmid, U., Goertz, L. & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung
- Schmidt-Lauff, S. (2011). Zeitfragen und Temporalität in der Erwachsenenbildung. In: R. Tippelt & A. von Hippel (Hrsg.), *Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung* (S. 213–230). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Somekh, B. (2008). Factors affecting teachers' pedagogical adoption of ICT. In J. Voogt & G. Knezek (Hrsg.), *International handbook of information technology in primary and secondary education* (S. 449–460). New York: Springer.
- Tänzer, S., Godau, M., Berger, M. & Mannhaupt, G. (Hrsg.) (2019). *Perspektiven auf Hochschullernwerkstätten. Wechselspiele zwischen Individuum, Gemeinschaft, Ding und Raum*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Thom, S., Behrens, J., Schmid, U. & Goertz, L. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Digitales Lernen an Grundschulen*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Tondeur, J., van Keer, H., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). ICT integration in the classroom: Challenging the potential of a school policy. *Computers Education*, (51), 212–223.
- Törner, G. (2015). Verborgene Bedingungs- und Gelingensfaktoren bei Fortbildungsmaßnahmen in der Lehrerbildung Mathematik – subjektive Erfahrungen aus einer deutschen Perspektive. *Journal der Mathematikdidaktik*, (36), 195–232.
- Vogel, S., Eilerts, K., Huhmann, T. & Höveler, K. (2020). Mediale Ausstattungen deutscher Primarstufen für den Mathematikunterricht – eine erste Standortbestimmung. In H.-S. Siller, W. Weigel & J. F. Wörler (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2020* (S. 973–976). Münster: WTM-Verlag.

Steven Beyer, Humboldt-Universität zu Berlin  
E-Mail: [steven.beyer@hu-berlin.de](mailto:steven.beyer@hu-berlin.de)

Frederik Grave-Gierlinger,  
Humboldt-Universität zu Berlin  
E-Mail: [frederik.gierlinger@hu-berlin.de](mailto:frederik.gierlinger@hu-berlin.de)

Katja Eilerts, Humboldt-Universität zu Berlin  
E-Mail: [katja.eilerts@hu-berlin.de](mailto:katja.eilerts@hu-berlin.de)