

Edition Fachdidaktiken

Monique Meier ·  
Gilbert Greefrath ·  
Marcus Hammann ·  
Rita Wodzinski ·  
Kathrin Ziepprecht *Hrsg.*

# Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung



Springer VS

---

# **Edition Fachdidaktiken**

Die Reihe ‚Edition Fachdidaktiken‘ reagiert auf die inter- und multidisziplinär wachsenden Diskurse, die sich in den Schnittmengen fachwissenschaftlicher und erziehungswissenschaftlicher Zusammenhänge verdichten.

Fachdidaktiken stehen mehr und mehr im Dialog und es zeichnen sich innovative und moderne Formen zunehmender Kommunikation und Kooperation ab.

Die Buchreihe will diese Forschungsentwicklung fördern und eine wissenschaftliche Publikationsfläche bieten, auf der Fachdidaktiken aller Disziplinen eine interdisziplinäre Öffnung in fachübergreifenden Arbeitskontexten ermöglichen.

---

Monique Meier · Gilbert Greefrath ·  
Marcus Hammann · Rita Wodzinski ·  
Kathrin Ziepprecht  
(Hrsg.)

# Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung

 Springer VS

*Hrsg.*

Monique Meier  
Didaktik der Biologie  
Technische Universität Dresden  
Dresden, Deutschland

Gilbert Greefrath  
Institut für Didaktik der Mathematik  
Westfälische Wilhelms-Universität  
Münster, Münster, Deutschland

Marcus Hammann  
Zentrum für Didaktik der Biologie  
Westfälische Wilhelms-Universität  
Münster, Münster, Deutschland

Rita Wodzinski  
Didaktik der Physik, Universität Kassel  
Kassel, Deutschland

Kathrin Ziepprecht  
Zentrum für Lehrer:innenbildung  
Universität Kassel  
Kassel, Deutschland

ISSN 2524-8677

ISSN 2524-8685 (electronic)

Edition Fachdidaktiken

ISBN 978-3-658-40108-5

ISBN 978-3-658-40109-2 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-40109-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Stefanie Laux

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Vorwort

Die Lehramtsausbildung unterliegt dem steigenden Druck, die angehenden Lehrkräfte auf die sich wandelnden Bedingungen ihres Berufsalltags, zu denen u.a. auch die zunehmende Digitalisierung zählt, fachlich, fachdidaktisch und pädagogisch vorzubereiten. Die Herausforderung besteht hierbei nicht nur darin, ein umfassendes Professionswissen aufzubauen, sondern dies auch unter möglichst praxisnahen Bedingungen bereits im Studium zu entwickeln und anzuwenden. Die Praxisphasen im Lehramtsstudium bilden dabei einen zentralen Knotenpunkt. Sie sind jedoch nicht die einzige Maßnahme, um den Praxisbezug auszubauen. Im Zuge verschiedener Projektstränge in der Lehramtsausbildung, zu denen in besonderem Maße die ‚Qualitätsoffensive Lehrerbildung‘ zählt, haben sich seit geraumer Zeit Lehr-Lern-Labore zur Ausrichtung einer praxisnahen Ausbildung an den Hochschulen etabliert. Sie ergänzen die im Studium zu leistenden Schulpraktika und/oder Praxissemester um eine weitere Form der Verknüpfung fachlicher und fachdidaktischer Theorien mit praktischer Lehrererfahrung. Lehr-Lern-Labore sind institutionell verankert, unterliegen dabei aber zumeist keinen curricularen oder modularen Grenzen und bilden folglich einen weitgehend offenen, anpassungsfähigen Übungsraum zum Unterrichten. Insofern erscheint es nicht verwunderlich sondern naheliegend, dass mit der Notwendigkeit zur Digitalisierung in der schulischen Ausbildung auch die Gestaltung von Lehr-Lern-Laboren durch die zunehmende Berücksichtigung des Ziels der Vermittlung digitaler Kompetenzen inhaltlich und konzeptionell beeinflusst wird. Diesen inhaltlichen und konzeptionellen Veränderungen in der Lehr-Lern-Laborarbeit widmet sich dieses Sammelwerk.

Im diskursiven Austausch zwischen den (Teil-)Projekten der ‚Qualitätsoffensive Lehrerbildung‘ der Universität Kassel (PRONET-D – Professionalisierung im Kasseler Digitalisierungsnetzwerk), der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (DwD.LeL Dealing with Diversity – Lehr-Lern-Labore, Lernwerkstätten und Learning-Center) und der Universität Heidelberg/Pädagogischen Hochschule Heidelberg (heiEDUCATION2.1 Gemeinsam weiter! Heidelberger Lehrer:innenbildung für das 21. Jahrhundert) wurde die Bedeutsamkeit von Digitalisierung in Lehr-Lern-Laboren ersichtlich, die auch über die zumeist dominierenden MINT-Disziplinen hinaus reicht. Das Sammelwerk führt unterschiedliche Strömungen der Digitalisierung im Kontext von Lehr-Lern-Laboren zusammen und beschreibt vor diesem Hintergrund Veränderung von Inhalten, Räumen und Lehrformen aus konzeptioneller und/oder empirischer Perspektive. Forschungsarbeiten im Umfeld von Lehr-Lern-Laboren, die das etablierte Lehr-Lern-Labor-konzept um einen digitalen Schwerpunkt erweitert haben, sind in Teil I zusammengetragen. In Teil II folgen Beiträge, die neue Raumkonzepte für zumeist fachübergreifende Labore mit digitaler Ausrichtung vorstellen. Teil III legt den Fokus auf innovative Lehrformate, in deren Rahmen digitale Lehr-Lern-Labore(-Eigenschaften) in der Lehramtsausbildung genutzt werden. Beiträge, die Erkenntnisse und Szenarien einer durch die Corona-Pandemie beeinflussten Lehr-Lern-Laborarbeit beschreiben, runden das Sammelwerk in Teil IV ab. Der vorliegende Band zeigt auf diese Weise auf verschiedenen Ebenen die Chancen und Anforderungen zunehmender Digitalisierung und das damit verbundene Potenzial für die digitalisierungsbezogene Professionalisierung angehender Lehrkräfte auf.

Aus zahlreichen Interessensbekundungen zur Beteiligung an diesem Sammelwerk wurden hinsichtlich der inhaltlichen Passung und empirischen Befundlage (vor allem in Teil I) 30 Artikel ausgewählt. An dieser Stelle möchten wir allen Autorinnen und Autoren für ihre wertvollen Beiträge danken, die in einem sehr engen Zeitfenster in dieses Sammelwerk eingebracht wurden. Dabei bezieht sich der Dank nicht nur auf das Erstellen eines Artikels, sondern auch auf die Mitwirkung am Peer-Review-Verfahren. Artikel in Teil I, III und IV wurden einem internen, double-blind-Reviewprozess unterzogen, d.h. jeder Beitrag wurde von zwei Gutachterinnen und Gutachtern nach vorab festgelegten Kriterien kritisch bewertet und bei vorliegender positiver Begutachtung im Anschluss auf Basis dieser Gutachten überarbeitet. Artikel des Teils II wurden von je zwei Herausgeberinnen und Herausgebern begutachtet und ebenfalls anschließend noch einmal überarbeitet. Darüber hinaus richten wir einen Dank an Heike Klippert und Katharina Schellknecht für ihre umfassende Unterstützung beim Korrekturlesen und Formatieren der Beiträge.

---

Mit diesem Band möchten wir einen Beitrag dazu leisten, das empirische Forschungsfeld zur Lehr-Lern-Laborarbeit um den Kontext der Digitalisierung zu erweitern sowie die konzeptionelle (Weiter-) Entwicklung von digitalen Lehr-Lern-Laboren in allen Fachdisziplinen zu unterstützen und mit impulsgebenden Praxisbeispielen voranzutreiben.

Oktober, 2022

Monique Meier  
Gilbert Greefrath  
Marcus Hammann  
Rita Wodzinski  
Kathrin Ziepprecht

---

## Förderhinweis

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Die Herausgabe des Sammelwerks ‚Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung‘ wird im Rahmen des Projekts ‚Professionalisierung im Kasseler Digitalisierungsnetzwerk (PRONET-D)‘ der Universität Kassel, des Teilprojekts ‚Lehr-Lern-Labore, Lernwerkstätten, Learning-Center‘ des Projekts ‚Dealing with Diversity. Kompetenter Umgang mit Heterogenität durch reflektierte Praxiserfahrung‘ der WWU Münster und des Projekts ‚heiEDUCATION2.1 Gemeinsam weiter! Heidelberger Lehrer:innenbildung für das 21. Jahrhundert‘ der Universität Heidelberg und der Pädagogischen Hochschule Heidelberg im Rahmen der gemeinsamen ‚Qualitätsoffensive Lehrerbildung‘ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 01JA2012, 01JA1621 und 01JA1817A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der einzelnen Artikel des Sammelwerks liegt bei den Autorinnen und Autoren.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung</b> . . . . .	1
Monique Meier, Gilbert Greefrath, Marcus Hammann, Rita Wodzinski und Kathrin Ziepprecht	
<b>Digitalisierung als Inhalt von Lehr-Lern-Laborarbeit</b>	
<b>Computational Playground</b> . . . . .	19
Martin Brämer, Daniel Rehfeldt und Hilde Köster	
<b>Simulieren und mathematisches Modellieren mit digitalen Werkzeugen im Lehr-Lern-Laborseminar</b> . . . . .	33
Jascha Quarder, Sebastian Gerber, Hans-Stefan Siller und Gilbert Greefrath	
<b>Förderung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzen von angehenden Physiklehrkräften mit dem SQD-Modell im Projekt DiKoLeP</b> . . . . .	47
David Weiler, Jan-Philipp Burde, Rike Große-Heilmann, Andreas Lachner, Josef Riese und Thomas Schubatzky	
<b>Das Lehr-Lern-Labor als Baustein zum Aufbau digitalisierungsbezogener Kompetenzen im Physik-Lehramtsstudium</b> . . . . .	63
Daniel Walpert und Rita Wodzinski	
<b>Experimentierfähigkeiten stärken, Diagnostizieren lernen und digitalgestützt Feedback geben</b> . . . . .	77
Marit Kastaun und Monique Meier	

<b>Lern – und Erlebnislabor Industrienatur (LELINA) .....</b>	<b>91</b>
Karl-Heinz Otto, Steffen Ciprina, Jan Hohmann, Katja Paulus, Anna Rath, Ina Jeske und Andreas Keil	
<b>Language Learning Futures. ....</b>	<b>107</b>
Barie Al Masri und Oliver Meyer	
<b>Lehr-Lern-Labor-Seminare mit Oberstufenschülerinnen und -schülern. ....</b>	<b>121</b>
Julian Kempf und Dorit Bosse	
<b>Innovative Lehr-Lernräume für Digitalisierung</b>	
<b>Das TUM-DigiLLab: Lehr-Lernraum sowie Forschungs- und Entwicklungsumgebung zur Förderung digitaler Kompetenzen ...</b>	<b>137</b>
Arne Bewersdorff und Claudia Nerdel	
<b>Lernräume erfahren und gemeinsam „praktisch“ erleben in der <i>Didaktischen Werkstatt</i> .....</b>	<b>143</b>
Caroline Burgwald, Michelle Moos, Hasan Ahmet Özeng, Hannah Spuhler, Melinda Aldemir, Diemut Kucharz und Juliane Engel	
<b>Konzeption eines transdisziplinären Makerspace für die Primarstufe an der HU Berlin .....</b>	<b>149</b>
Katja Eilerts, Petra Anders, Detlef Pech, Frederik Grave-Gierlinger, Jurik Stiller und Anna-Lena Demi	
<b>DigiLLabs@JMU an der Professional School of Education der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. ....</b>	<b>155</b>
Silke Grafe, Thomas Trefzger, Maria Eisenmann, Hans-Stefan Siller, Jens Dreßler, Martin Hennecke, Tina Heurich, Ilona Nord, Sanna Pohlmann-Rother, Christoph Ratz und Tobias Richter	
<b>Die digitalen Lehr-Lern-Labore der Universität Bamberg als Bindeglied zwischen Theorie, Praxis und Forschung .....</b>	<b>161</b>
Regina Grund, Pauline Schneider und Anja Gärtig-Daugis	
<b>P18: Vom Seminarraum zum HSE Digital Teaching and Learning Lab .....</b>	<b>167</b>
Bernd Hirsch und Timo Holste	

<b>Analoger Raum für digitale Bildung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg</b> .....	173
Claudia Hoffmann	
<b>Theorie- und Praxisverzahnung im ilab@KU</b> .....	179
Michael Köck	
<b>Experimentelle Escape Games im Lehr-Lern-Labor Ex<sup>3</sup>-Lab des Fachbereichs Chemie</b> .....	185
Isabel Rubner und Sarah Lukas	
<b>Das DigiLLab der Universität Bayreuth</b> .....	191
Christian Seyferth-Zapf, Matthias Ehmann und Maria Seyferth-Zapf	
<b>DigiLLab der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg</b> ...	197
Melanie Stephan, Cindy Bärmreuther und Rudolf Kammerl	
<b><i>The Basement</i> – ein Klassenraum der Zukunft am Leibniz-Institut für Bildungsmedien</b> .....	203
Maren Tribukait und Janina Becker	
<b>Digitale Transformation von Lehr-Lern-Laboren</b>	
<b>Entwicklung und Einsatz von VR-Lernszenarien für den Lehrkompetenzaufbau</b> .....	211
Laura Glocker, Sebastian Breitenbach, Miriam Hansen, Julia Mendzheritskaya und Melissa Lê-Hoa Vö	
<b><i>„Es erschien mir eine unüberwindbare Mauer zu sein.“</i></b> .....	225
Corinna Hößle und Holger Winkler	
<b>Das Seminar ‚Digitale Aufgaben‘</b> .....	239
Annabelle Speer und Andreas Eichler	
<b>Fach- und mediendidaktische Verschränkung digitaler Lern- und Arbeitsmittel</b> .....	255
Marian Thiel de Gafenco und Jens Klusmeyer	
<b>Lehr-Lern-Laborarbeit unter Bedingungen der Corona-Pandemie</b>	
<b>Mathe ist mehr @everywhere</b> .....	271
Susanne Digel und Jürgen Roth	

---

<b>„Man kann beim Experimentieren nicht über die Schulter schauen.“</b> .....	287
Markus Elsholz, Wolfgang Lutz und Thomas Trefzger	
<b>Hybrides Lehr-Lern-Praktikum</b> .....	301
Alex Engelhardt, Henrik Ossadnik, Susanne Digel und Jürgen Roth	
<b>Digital oder konventionell?</b> .....	313
Michaela Maurer	
<b>Motivational Orientations in Teaching-Learning Laboratories in Chemistry</b> .....	329
Sabrina Syskowski und Olga Kunina-Habenicht	

---

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

---

## Über die Herausgeberinnen und Herausgeber

**Dr. Monique Meier** ist Professorin für Didaktik der Biologie an der Fakultät Biologie an der Technischen Universität Dresden. Im Sommersemester 2022 hatte sie die Vertretung für Didaktik der Biologie am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften an der Leibniz Universität Hannover übernommen. Zuvor war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt ‚heiEDUCATION 2.1‘ im Bereich Digitalisierung an der Heidelberg School of Education tätig. Bis 2021 hat sie im Fachgebiet Didaktik der Biologie an der Universität Kassel das Lehr-Lern-Labor FLOX geleitet. Sie ist Teil des Leitungsteams im Projekt ‚Professionalisierung im Kasseler Digitalisierungsnetzwerk (PRONET-D)‘ der Qualitätsoffensive Lehrerbildung. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Professionalisierung in Lehr-Lern-Laboren und digitale Unterstützungsformate im Kontext naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. [monique.meier@tu-dresden.de](mailto:monique.meier@tu-dresden.de)

**Dr. Gilbert Greefrath** ist Professor für Mathematikdidaktik mit dem Schwerpunkt Sekundarstufen an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Seit 2016 ist er zusammen mit Marcus Hammann Leiter des Teilprojekts ‚Lehr-Lern-Labore, Lernwerkstätten, Learning-Center‘ im Rahmen des Qualitätsoffensive Lehrerbildung-Projekts ‚Dealing with Diversity. Kompetenter Umgang mit Heterogenität durch reflektierte Praxiserfahrung‘ der WWU Münster. Im Rahmen eines Lehr-Lern-Labors zum mathematischen Modellieren werden professionelle Kompetenzen zum Modellieren von angehenden Lehrkräften gefördert und untersucht. Dabei werden auch vielfältig digitale Medien eingesetzt. Seine Forschungsschwerpunkte sind das mathematische Modellieren, der Einsatz digitaler Mathematikwerkzeuge und der Übergang Schule-Hochschule. [greefrath@uni-muenster.de](mailto:greefrath@uni-muenster.de)

**Dr. Marcus Hammann** ist Professor für Didaktik der Biologie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Er ist dort verantwortlich für die fachdidaktische Ausbildung der Studierenden für das Lehramt Biologie in den Bachelor- und Masterstudiengängen. Seit 2016 ist er zusammen mit Gilbert Greefrath Leiter des Teilprojekts ‚Lehr-Lern-Labore, Lernwerkstätten, Learning-Center‘ im Rahmen des Qualitätsoffensive Lehrerbildung-Projekts ‚Dealing with Diversity. Kompetenter Umgang mit Heterogenität durch reflektierte Praxiserfahrung‘ der WWU Münster. Das Projekt zielt darauf ab, die Vorbereitung angehender Lehrkräfte auf einen produktiven Umgang mit Schülerheterogenität von Beginn des Studiums an durch reflektierte Praxiserfahrungen zu verbessern. Seine Forschungsschwerpunkte sind kognitive und affektive Aspekte des Evolutions- und Genetikunterrichts. [hammann.m@uni-muenster.de](mailto:hammann.m@uni-muenster.de)

**Dr. Rita Wodzinski** ist Professorin für Didaktik der Physik an der Universität Kassel. Sie verantwortet seit 2000 die fachdidaktische Lehramtsausbildung im Fach Physik für alle Lehrämter. Darüber hinaus übernimmt sie Aufgaben in der Sachunterrichtsausbildung. Zusammen mit Monique Meier und Kathrin Ziepprecht leitet sie das Projekt ‚Professionalisierung im Kasseler Digitalisierungsnetzwerk (PRONET-D)‘ der Qualitätsoffensive Lehrerbildung, das insgesamt acht Teilprojekte in der gesamten Breite der Kasseler Lehrkräftebildung umfasst. In zwei Teilprojekten ‚Experimentieren mit Mikrocontrollern und Einplatinencomputern‘ sowie ‚Kooperatives Lernen mit Erklärvideos im Grundschullehramt‘ ist sie in der Teilprojektleitung beteiligt. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Experimentieren im Physik- und Sachunterricht, moderne Physik im Physikunterricht und BNE. [wodzinski@uni-kassel.de](mailto:wodzinski@uni-kassel.de)

**Dr. Kathrin Ziepprecht** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für Lehrer:innenbildung an der Universität Kassel. Sie ist Teil des Leitungsteams und Projektmanagerin im Projekt ‚Professionalisierung im Kasseler Digitalisierungsnetzwerk (PRONET-D)‘ der Qualitätsoffensive Lehrerbildung und am Teilprojekt ‚Kooperatives Lernen mit Erklärvideos im Grundschullehramt‘ als Teilprojektleitung beteiligt. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich des kooperativen Lernens mit digitalen Medien im Grundschullehramt, des Kontrastierens und Vergleichens als Lehr-Lernmethode und der aktuellen Forschungsthemen im Biologieunterricht. [k.ziepprecht@uni-kassel.de](mailto:k.ziepprecht@uni-kassel.de)

## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

**Dr. Barie Al Masri** Abteilung Englisch und Linguistik, Fachdidaktik des Englischen an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

[balmasri@uni-mainz.de](mailto:balmasri@uni-mainz.de)

**Melinda Aldemir** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Arbeitsstelle für Diversität und Unterrichtsentwicklung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [aldemir@em.uni-frankfurt.de](mailto:aldemir@em.uni-frankfurt.de)

**Prof.in Dr. Petra Anders** Institut für Erziehungswissenschaften, Deutschunterricht und seine Didaktik in der Primarstufe an der Humboldt-Universität zu Berlin. [petra.anders@hu-berlin.de](mailto:petra.anders@hu-berlin.de)

**Cindy Bärnreuther** Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Pädagogik mit dem Schwerpunkt Medienpädagogik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. [cindy.baernreuther@fau.de](mailto:cindy.baernreuther@fau.de)

**Janina Becker** Leibniz-Institut für Bildungsmedien, Georg-Eckert-Institut, Braunschweig. [janina.becker@gei.de](mailto:janina.becker@gei.de)

**Dr. Arne Bewersdorff** TUM School of Social Sciences and Technology, Professur für Fachdidaktik Life Sciences an der Technische Universität München. [arne.bewersdorff@tum.de](mailto:arne.bewersdorff@tum.de)

**Prof.in Dr. Dorit Bosse** Institut für Erziehungswissenschaft, Fachgebiet Schulpädagogik mit dem Schwerpunkt Gymnasiale Oberstufe an der Universität Kassel. [bosse@uni-kassel.de](mailto:bosse@uni-kassel.de)

**Martin Brämer** Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, Arbeitsbereich Sachunterricht und seine Didaktik an der Freien Universität Berlin. [braemer@zedat.fu-berlin.de](mailto:braemer@zedat.fu-berlin.de)

**M.A. Sebastian Breitenbach** Akademie für Bildungsforschung und Lehrkräftebildung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [s.breitenbach@em.uni-frankfurt.de](mailto:s.breitenbach@em.uni-frankfurt.de)

**Jun.-Prof. Dr. Jan-Philipp Burde** Fachbereich Physik, Didaktik der Physik an der Universität Tübingen. [jan-philipp.burde@uni-tuebingen.de](mailto:jan-philipp.burde@uni-tuebingen.de)

**Caroline Burgwald** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Institut für Pädagogik der Elementar- und Primarstufe, Arbeitsbereich Grundschulpädagogik mit Schwerpunkt Empirische Bildungsforschung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [burgwald@em.uni-frankfurt.de](mailto:burgwald@em.uni-frankfurt.de)

**M.Ed. Steffen Ciprina** Geographisches Institut, Geographiedidaktik an der Ruhr-Universität Bochum. [steffen.ciprina@rub.de](mailto:steffen.ciprina@rub.de)

**Anna-Lena Demi** Institut für Erziehungswissenschaften, Deutschunterricht und seine Didaktik in der Primarstufe an der Humboldt-Universität zu Berlin. [demianna@hu-berlin.de](mailto:demianna@hu-berlin.de)

**Vertr.Prof.in Dr. Susanne Digel** Institut für Mathematik II, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufe) an der Pädagogische Hochschule Ludwigsburg. [susanne.digel@ph-ludwigsburg.de](mailto:susanne.digel@ph-ludwigsburg.de)

**Prof. Dr. Jens Dreßler** Institut für Pädagogik, Professur für Gymnasialpädagogik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [jens.dressler@uni-wuerzburg.de](mailto:jens.dressler@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Matthias Ehmann** Institut für Informatik, Fachgebiet Digitales Lehren und Lernen & Didaktik der Informatik an der Universität Bayreuth. [matthias.ehmann@uni-bayreuth.de](mailto:matthias.ehmann@uni-bayreuth.de)

**Prof. Dr. Andreas Eichler** Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Schwerpunkt Sekundarstufe II) an der Universität Kassel. [eichler@mathematik.uni-kassel.de](mailto:eichler@mathematik.uni-kassel.de)

**Prof.in Dr. Katja Eilerts** Institut für Erziehungswissenschaften, Mathematik in der Primarstufe an der Humboldt-Universität zu Berlin. [katja.eilerts@hu-berlin.de](mailto:katja.eilerts@hu-berlin.de)

**Prof.in Dr. Maria Eisenmann** Lehrstuhl für Fachdidaktik – Moderne Fremdsprachen mit Schwerpunkt Didaktik der englischen Sprache und Literatur an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [maria.eisenmann@uni-wuerzburg.de](mailto:maria.eisenmann@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Markus Elsholz** Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik an der Universität Würzburg. [markus.elsholz@uni-wuerzburg.de](mailto:markus.elsholz@uni-wuerzburg.de)

**Prof.in Dr. Juliane Engel** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Institut für Pädagogik der Sekundarstufe, Arbeitsbereich Schule und kulturelle Transformation an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [j.engel@em.uni-frankfurt.de](mailto:j.engel@em.uni-frankfurt.de)

**Alex Engelhardt** Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen) an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau. [a.engelhardt@rptu.de](mailto:a.engelhardt@rptu.de)

**Dr. Anja Gärtig-Daugs** Zentrum für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, Kompetenzzentrum digitales Lehren und Lernen (DigiZ) an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. [anja.gaertig-daug@uni-bamberg.de](mailto:anja.gaertig-daug@uni-bamberg.de)

**Sebastian Gerber** Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Mathematik V: Didaktik der Mathematik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [sebastian.gerber@mathematik.uni-wuerzburg.de](mailto:sebastian.gerber@mathematik.uni-wuerzburg.de)

**Laura Glocker** Institut für Psychologie, Abteilung Pädagogische Psychologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [glocker@psych.uni-frankfurt.de](mailto:glocker@psych.uni-frankfurt.de)

**Prof.in Dr. Silke Grafe** Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Schulpädagogik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [silke.grafe@uni-wuerzburg.de](mailto:silke.grafe@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Frederik Grave-Gierlinger** Institut für Erziehungswissenschaften, Mathematik in der Primarstufe an der Humboldt-Universität zu Berlin. [frederik.gierlinger@hu-berlin.de](mailto:frederik.gierlinger@hu-berlin.de)

**Prof. Dr. Gilbert Greefrath** Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik, Professur für Mathematikdidaktik mit dem Schwerpunkt Sekundarstufen an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. [greefrath@wwu.de](mailto:greefrath@wwu.de)

**M.Ed. Rike Große-Heilmann** I. Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Experimentalphysik IA an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. [grosse-heilmann@physik.rwth-aachen.de](mailto:grosse-heilmann@physik.rwth-aachen.de)

**Regina Grund** Zentrum für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen (DigiZ) an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. [regina.grund@uni-bamberg.de](mailto:regina.grund@uni-bamberg.de)

**Prof. Dr. Marcus Hammann** Fachbereich Biologie, Zentrum für Didaktik der Biologie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. [hammann.m@uni-muenster.de](mailto:hammann.m@uni-muenster.de)

**Prof.in Dr. Miriam Hansen** Institut für Psychologie, Pädagogische Psychologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [hansen@paed.psych.uni-frankfurt.de](mailto:hansen@paed.psych.uni-frankfurt.de)

**Prof. Dr. Martin Hennecke** Institut für Informatik, Professur für Didaktik der Informatik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [martin.hennecke@uni-wuerzburg.de](mailto:martin.hennecke@uni-wuerzburg.de)

**Tina Heurich** Professional School of Education, Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen „DigiLLabs“ an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [tina.heurich@uni-wuerzburg.de](mailto:tina.heurich@uni-wuerzburg.de)

**PD Dr. Bernd Hirsch** Heidelberg School of Education und Anglistisches Seminar/Department of English an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. [hirsch@heiedu.uni-heidelberg.de](mailto:hirsch@heiedu.uni-heidelberg.de)

**Claudia Hoffmann** Zentrum für Lehrer\*innenbildung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. [hoffmannclaudia93@gmail.com](mailto:hoffmannclaudia93@gmail.com)

**M.Sc. Jan Hohmann** Geographisches Institut, Geographiedidaktik an der Ruhr-Universität Bochum. [jan.hohmann@rub.de](mailto:jan.hohmann@rub.de)

**MA Timo Holste** Zentrum für Europäische Geschichts- und Kulturwissenschaften, Historisches Seminar an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. [timo.holste@zegk.uni-heidelberg.de](mailto:timo.holste@zegk.uni-heidelberg.de)

**Prof.in Dr. Corinna Höble** Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, Didaktik der Biologie an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. [corinna.hoessle@uni-oldenburg.de](mailto:corinna.hoessle@uni-oldenburg.de)

**Dr. Ina Jeske** Institut für Geographie und Sachunterricht, Geographie und ihre Didaktik/Sozialgeographie an der Bergische Universität Wuppertal. [inajeske@uni-wuppertal.de](mailto:inajeske@uni-wuppertal.de)

**Prof. Dr. Rudolf Kammerl** Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Pädagogik mit dem Schwerpunkt Medienpädagogik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. [rudolf.kammerl@fau.de](mailto:rudolf.kammerl@fau.de)

**Marit Kastaun** Institut für Biologie, Fachgebiet Didaktik der Biologie an der Universität Kassel. [m.kastaun@uni-kassel.de](mailto:m.kastaun@uni-kassel.de)

**Prof. Dr. Andreas Keil** Institut für Geographie und Sachunterricht, Geographie und ihre Didaktik/Sozialgeographie an der Bergische Universität Wuppertal. [akeil@uni-wuppertal.de](mailto:akeil@uni-wuppertal.de)

**Dr. Julian Kempf** Institut für Erziehungswissenschaft, Fachgebiet Schulpädagogik mit dem Schwerpunkt Gymnasiale Oberstufe an der Universität Kassel. [j.kempf@uni-kassel.de](mailto:j.kempf@uni-kassel.de)

**Prof. Dr. Jens Klusmeyer** Institut für Berufsbildung, Fachgebiet Wirtschaftspädagogik mit Schwerpunkt Berufliches Lehren und Lernen an der Universität Kassel. [klusmeyer@uni-kassel.de](mailto:klusmeyer@uni-kassel.de)

**PD Dr. Michael Köck** Facheinheit Arbeitslehre und Wirtschaftsdidaktik an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. [michael.koeck@ku.de](mailto:michael.koeck@ku.de)

**Prof.in Dr. Hilde Köster** Fachbereich Erziehungswissenschaften und Psychologie, Arbeitsbereich Sachunterricht und seine Didaktik an der Freien Universität Berlin. [hilde.koester@fu-berlin.de](mailto:hilde.koester@fu-berlin.de)

**Prof. Dr. Diemut Kucharz** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Institut für Pädagogik der Elementar- und Primarstufe, Arbeitsbereich Grundschulpädagogik mit dem Schwerpunkt Sachunterricht an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [kucharz@em.uni-frankfurt.de](mailto:kucharz@em.uni-frankfurt.de)

**Prof.in Dr. Olga Kunina-Habenicht** Fakultät Rehabilitationswissenschaften, Fachgebiet Psychologische Diagnostik an der Technischen Universität Dortmund. [olga.kunina-habenicht@tu-dortmund.de](mailto:olga.kunina-habenicht@tu-dortmund.de)

**Prof. Dr. Andreas Lachner** Institut für Erziehungswissenschaft, Abteilung Schulpädagogik, Arbeitsgruppe Erziehungswissenschaft mit dem Schwerpunkt Lehren und Lernen mit digitalen Medien an der Universität Tübingen. [andreas.lachner@uni-tuebingen.de](mailto:andreas.lachner@uni-tuebingen.de)

**Prof.in Dr. Melissa Lê-Hoa Võ** Institut für Psychologie, Abteilung für Allgemeine Psychologie I an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [mlvo@psych.uni-frankfurt.de](mailto:mlvo@psych.uni-frankfurt.de)

**Jun.-Prof.in Dr. Sarah Lukas** Pädagogische Psychologie an der Pädagogischen Hochschule Weingarten. [lukas@ph-weingarten.de](mailto:lukas@ph-weingarten.de)

**StR Wolfgang Lutz** Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik an der Universität Würzburg. [wolfgang.lutz@uni-wuerzburg.de](mailto:wolfgang.lutz@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Michaela Maurer** Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, Didaktik der Biologie an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. [michaela.maurer@uni-oldenburg.de](mailto:michaela.maurer@uni-oldenburg.de)

**Prof.in Dr. Monique Meier** Fakultät Biologie, Professur für Didaktik der Biologie an der Technischen Universität Dresden. [monique.meier@tu-dresden.de](mailto:monique.meier@tu-dresden.de)

**Dr. Julia Mendzheritskaya** Institut für Psychologie, Abteilung Pädagogische Psychologie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [mendzheritskaya@psych.uni-frankfurt.de](mailto:mendzheritskaya@psych.uni-frankfurt.de)

**Prof. Dr. Oliver Meyer** Abteilung Englisch und Linguistik, Fachdidaktik des Englischen an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. [omeyer@uni-mainz.de](mailto:omeyer@uni-mainz.de)

**Michelle Moos** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Arbeitsstelle für Diversität und Unterrichtsentwicklung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [m.moos@em.uni-frankfurt.de](mailto:m.moos@em.uni-frankfurt.de)

**Prof.in Dr. Claudia Nerdel** TUM School of Social Sciences and Technology, Professur für Fachdidaktik Life Sciences an der Technische Universität München. [claudia.nerdel@tum.de](mailto:claudia.nerdel@tum.de)

**Prof.in Dr. Ilona Nord** Institut für Evangelische Theologie und Religionspädagogik, Lehrstuhl für Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [ilona.nord@uni-wuerzburg.de](mailto:ilona.nord@uni-wuerzburg.de)

**Henrik Ossadnik** Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen) an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau. [henrik.ossadnik@rptu.de](mailto:henrik.ossadnik@rptu.de)

**Prof. Dr. Karl-Heinz Otto** Geographisches Institut, Geographiedidaktik an der Ruhr-Universität Bochum. [karl-heinz.otto@rub.de](mailto:karl-heinz.otto@rub.de)

**Hasan Ahmet Özenç** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Institut für Pädagogik der Sekundarstufe, Arbeitsbereich Schule und kulturelle Transformation an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [h.oezenc@em.uni-frankfurt.de](mailto:h.oezenc@em.uni-frankfurt.de)

**Katja Paulus** Geographisches Institut, Geographiedidaktik an der Ruhr-Universität Bochum. [katja.paulus@rub.de](mailto:katja.paulus@rub.de)

**Prof. Dr. Detlef Pech** Institut für Erziehungswissenschaften, Sachunterricht und seine Didaktik an der Humboldt-Universität zu Berlin. [detlef.pech@hu-berlin.de](mailto:detlef.pech@hu-berlin.de)

**Prof.in Dr. Sanna Pohlmann-Rother** Institut für Pädagogik, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [sanna.pohlmann-rother@uni-wuerzburg.de](mailto:sanna.pohlmann-rother@uni-wuerzburg.de)

**Jascha Quarder** Fachbereich Mathematik und Informatik, Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. [jascha.quarder@uni-muenster.de](mailto:jascha.quarder@uni-muenster.de)

**M.Ed. Anna Rath** Geographisches Institut, Geographiedidaktik an der Ruhr-Universität Bochum. [anna.rath-p9n@rub.de](mailto:anna.rath-p9n@rub.de)

**Prof. Dr. Christoph Ratz** Institut für Sonderpädagogik, Lehrstuhl für Pädagogik bei Geistiger Behinderung an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. [christoph.ratz@uni-wuerzburg.de](mailto:christoph.ratz@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Daniel Rehfeldt** Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, Arbeitsbereich Sachunterricht und seine Didaktik an der Freien Universität Berlin. [daniel.rehfeldt@fu-berlin.de](mailto:daniel.rehfeldt@fu-berlin.de)

**Prof. Dr. Tobias Richter** Fakultät für Humanwissenschaften, Lehrstuhl für Psychologie IV an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.  
[tobias.richter@uni-wuerzburg.de](mailto:tobias.richter@uni-wuerzburg.de)

**Prof. Dr. Josef Riese** I. Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Experimentalphysik IA an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. [riese@physik.rwth-aachen.de](mailto:riese@physik.rwth-aachen.de)

**Prof. Dr. Jürgen Roth** Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen) an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau. [j.roth@rptu.de](mailto:j.roth@rptu.de)

**Prof.in Dr. Isabel Rubner** Fachbereich Chemie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Weingarten. [isabel.rubner@ph-weingarten.de](mailto:isabel.rubner@ph-weingarten.de)

**M.Sc. Pauline Schneider** Zentrum für Lehrerinnen- und Lehrerbildung, Kompetenzzentrum digitales Lehren und Lernen (DigiZ) an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. [pauline.schneider@uni-bamberg.de](mailto:pauline.schneider@uni-bamberg.de)

**Ass.-Prof. PhD Thomas Schubatzky**, Institut für Fachdidaktik und Institut für Experimentalphysik an der Universität Innsbruck. [thomas.schubatzky@uibk.ac.at](mailto:thomas.schubatzky@uibk.ac.at)

**Dr. Christian Seyferth-Zapf** Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen und Institut für Informatik, Fachgebiet digitales Lehren und Lernen & Didaktik der Informatik an der Universität Bayreuth.  
[christian.seyferth-zapf@uni-bayreuth.de](mailto:christian.seyferth-zapf@uni-bayreuth.de)

**Maria Seyferth-Zapf** Kompetenzzentrum für digitales Lehren und Lernen und Institut für Informatik, Fachgebiet digitales Lehren und Lernen & Didaktik der Informatik an der Universität Bayreuth. [maria.seyferth-zapf@uni-bayreuth.de](mailto:maria.seyferth-zapf@uni-bayreuth.de)

**Prof. Dr. Hans-Stefan Siller** Institut für Mathematik, Lehrstuhl für Mathematik V: Didaktik der Mathematik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg.  
[hans-stefan.siller@mathematik.uni-wuerzburg.de](mailto:hans-stefan.siller@mathematik.uni-wuerzburg.de)

**Annabelle Speer** Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Schwerpunkt Sekundarstufe II) an der Universität Kassel.  
[annabelle.speer@mathematik.uni-kassel.de](mailto:annabelle.speer@mathematik.uni-kassel.de)

**Hannah Spuhler** Fachbereich Erziehungswissenschaften, Arbeitsstelle für Diversität und Unterrichtsentwicklung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main. [spuhler@em.uni-frankfurt.de](mailto:spuhler@em.uni-frankfurt.de)

**Dr. Melanie Stephan** Institut für Erziehungswissenschaften, Lehrstuhl für Pädagogik mit dem Schwerpunkt Medienpädagogik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. [melanie.stephan@fau.de](mailto:melanie.stephan@fau.de)

**Jurik Stiller** Institut für Erziehungswissenschaften, Arbeitsbereich Sachunterricht & seine Didaktik an der Humboldt-Universität zu Berlin. [jurik.stiller@hu-berlin.de](mailto:jurik.stiller@hu-berlin.de)

**Dr. Sabrina Syskowski** Lehrstuhl Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Fachbereich Chemie an der Universität Konstanz. [sabrina.syskowski@uni-konstanz.de](mailto:sabrina.syskowski@uni-konstanz.de)

**Marian Thiel de Gafenco** Institut für Berufsbildung, Fachgebiet Wirtschaftspädagogik mit Schwerpunkt Berufliches Lehren und Lernen an der Universität Kassel. [thiel.de.gafenco@uni-kassel.de](mailto:thiel.de.gafenco@uni-kassel.de)

**Prof. Dr. Thomas Trefzger** Physikalisches Institut, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik an der Universität Würzburg. [thomas.trefzger@uni-wuerzburg.de](mailto:thomas.trefzger@uni-wuerzburg.de)

**Dr. Maren Tribukait** Leibniz-Institut für Bildungsmedien, Georg-Eckert-Institut, Braunschweig. [tribukait@gei.de](mailto:tribukait@gei.de)

**Daniel Walpert** Institut für Physik, Fachgebiet Didaktik der Physik an der Universität Kassel. [walpert@physik.uni-kassel.de](mailto:walpert@physik.uni-kassel.de)

**David Weiler** Fachbereich Physik, Didaktik der Physik an der Universität Tübingen. [david-christoph.weiler@uni-tuebingen.de](mailto:david-christoph.weiler@uni-tuebingen.de)

**Dr. Holger Winkler** Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Arbeitsgruppe Marine Sensorsysteme an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. [holger.winkler@uni-oldenburg.de](mailto:holger.winkler@uni-oldenburg.de)

**Prof.in Dr. Rita Wodzinski** Institut für Physik, Didaktik der Physik an der Universität Kassel. [wodzinski@physik.uni-kassel.de](mailto:wodzinski@physik.uni-kassel.de)

**Dr. Kathrin Ziepprecht** Zentrum für Lehrer\*innenbildung an der Universität Kassel. [k.ziepprecht@uni-kassel.de](mailto:k.ziepprecht@uni-kassel.de)



---

# Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung

## Strömungen und Veränderungen in der Lehr-Lern-Labor-Landschaft als Folge des digitalen Wandels

Monique Meier, Gilbert Greefrath, Marcus Hammann,  
Rita Wodzinski und Kathrin Ziepprecht

---

### Strömungen in der Lehr-Lern-Labor-Landschaft als Folge der Digitalisierung

Mit der das gesamte Bildungssystem betreffenden Strategie ‚Bildung in der digitalen Welt‘ (KMK 2017) und der ergänzenden Empfehlung ‚Lehren und Lernen in der digitalen Welt‘ (KMK 2021) besteht die Notwendigkeit, digitale

---

M. Meier (✉)

Didaktik der Biologie, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland

E-Mail: [monique.meier@tu-dresden.de](mailto:monique.meier@tu-dresden.de)

G. Greefrath

Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Deutschland

E-Mail: [greefrath@uni-muenster.de](mailto:greefrath@uni-muenster.de)

M. Hammann

Zentrum für Didaktik der Biologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Deutschland

E-Mail: [hammann.m@uni-muenster.de](mailto:hammann.m@uni-muenster.de)

R. Wodzinski

Didaktik der Physik, Universität Kassel, Kassel, Deutschland

E-Mail: [wodzinski@physik.uni-kassel.de](mailto:wodzinski@physik.uni-kassel.de)

K. Ziepprecht

Zentrum für Lehrer\*innenbildung, Universität Kassel, Kassel, Deutschland

E-Mail: [k.ziepprecht@uni-kassel.de](mailto:k.ziepprecht@uni-kassel.de)

© Der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2023

M. Meier et al. (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore und Digitalisierung*, Edition Fachdidaktiken, [https://doi.org/10.1007/978-3-658-40109-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-40109-2_1)

Schulentwicklungsprozesse zu gestalten und Lehrkräfte in fachdidaktischer und pädagogischer sowie technischer Hinsicht für die Gestaltung digitalisierungsbezogener Bildungsprozesse zu qualifizieren. Hierzu muss auch in den Hochschulen der digitale Wandel breit in die Lehramtsausbildung hineingetragen und umgesetzt werden, da digitales Lehren und Lernen als integraler Bestandteil aller Fächer gesehen wird (Heinen und Kerres 2017). Ein entsprechender Professionalisierungsprozess mit der Förderung digitaler Kompetenzen bei angehenden Lehrkräften ist Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierung in Schule und Unterricht (Lachner et al. 2020). Angehende Lehrkräfte werden beispielsweise digitale Informations-, Kommunikations- und Präsentationstechniken nur dann erfolgreich in ihrem künftigen Schulalltag nutzen können, wenn in der Lehramtsausbildung ein effektiver Einsatz digitaler Medien umfassend und vielgestaltig integriert ist (Romero-García et al. 2020). Der spürbare Digitalisierungsdruck beeinflusst nicht zuletzt auch die Lehr-Lern-Labore in ihrer strukturellen und konzeptionellen Gestaltung und führt vielerorts zu Veränderungen des etablierten und institutionell verankerten Formats.

Lehr-Lern-Labore stellen wertvolle Lerngelegenheiten für angehende Lehrkräfte dar, in denen das erworbene Theoriewissen mit Praxishandeln unter Einbezug von Schülerinnen und Schülern in Beziehung gesetzt werden kann (z. B. Dohrmann und Nordmeier 2020). Folglich bieten sie den angehenden Lehrkräften Möglichkeiten, bereits im Studium Erfahrungen im Umgang mit Schülerinnen und Schülern in unterrichtsähnlichem Kontext zu sammeln (z. B. Völker und Trefzger 2011). Damit grenzen sich Lehr-Lern-Labore von den bereits deutlich länger universitär verankerten Studien-/Lernwerkstätten ab und stehen auch mit der Fokussierung auf die Qualifizierung von Studierenden den zahlenmäßig überlegeneren Laboren für Schülerinnen und Schüler gegenüber (Bosse et al. 2020). Lehr-Lern-Labore bieten in ihrer Komplexität reduzierte, aber dennoch authentische Lernumgebungen, in denen Unterrichtssituationen von den Lehramtsstudierenden theoriegeleitet geplant, analysiert und reflektiert sowie selbst durchgeführt werden können (Kürten et al. 2020). Die Reduktion der Komplexität unterrichtsbezogener Handlungen wird in Lehr-Lern-Laboren auf verschiedene Weisen realisiert, beispielsweise durch die Unterstützung von Mitstudierenden und Dozierenden, die Arbeit mit kleinen Lerngruppen von Schülerinnen und Schülern, die hochschulische Verortung der Lerngelegenheit in vertrauter und geschützter Umgebung und/oder die Fokussierung der Beobachtungsaufgaben auf ausgewählte Aspekte (u. a. Marohn et al. 2020; Roth und Priemer 2020a). Eine Erweiterung des Formates Lehr-Lern-Labor um die Dimension der Digitalisierung wirkt sich auf die Komplexität des Unterrichtens aus (Abschn. „Komplexität in Lehr-Lern-Laboren“), schafft aber vor allem

Möglichkeiten einer anwendungsbezogenen Förderung digitaler Kompetenzen bei den angehenden Lehrkräften in den Fächern (z. B. Chemie: Röwekamp et al. 2022; Englisch: Sprenger und Surkamp, 2021) und ebenso fachübergreifend. Diese können in digital ausgestatteten Lehr-Lern-Laboren eigenständig und konstruktiv mit digitalen Medien, Methoden und Konzepten arbeiten, deren lernförderliche Aspekte erkunden und Anwendungsszenarien für den eigenen Unterricht entwickeln. Im Zuge der Einkehr digitaler Technologien in das hochschuldidaktische Lehrangebot selbst sowie als Lerngegenstand in der fachspezifischen Professionalisierung zeichnen sich die folgenden Strömungen der Digitalisierung in und zu Lehr-Lern-Laboren ab.

### **Digital gestützte Lehr-Lern-Labore (*Teil I in diesem Band*)**

Häufig werden digitale Technologien in das Ausstattungskonzept von Lehr-Lern-Laboren integriert und somit als fachdidaktische Inhaltskomponente in die Lehr-Lern-Labor-Arbeit mit einbezogen. Ziel ist es hierbei, digitalisierungsbezogene fachlich-fachdidaktische Kompetenzen (u. a. TPACK: Koehler et al. 2013; DiKoLAN: v. Kotzebue et al. 2021) von Lehramtsstudierenden durch die aktive Auseinandersetzung mit digitalen Technologien in praxisnahen Lehr-Lernsettings im Fach oder den Bildungswissenschaften (siehe z. B. Kempf und Bosse in diesem Band) zu fördern. Die bestehenden Lehr-Lern-Labore, wie auch die im Zuge der zunehmenden Digitalisierung in den Fächern ggf. neu aufgebauten Lehr-Lern-Labore, werden durch die Integration von digitalen Technologien zwar konzeptionell erweitert, bleiben aber in ihren wesentlichen Merkmalen der Studierenden-Lernenden-Interaktion, Komplexitätsreduktion und strukturellen Verankerung weitestgehend unverändert. Neben den konzeptionellen Weiterentwicklungen zu einer digital gestützten Lehr-Lern-Labor-Arbeit (siehe z. B. Walpert und Wodzinski in diesem Band), in der neben fachdidaktischen Theorien ebenso u. a. Mediendidaktik und Kognitionspsychologie zusammengeführt werden, sind empirische Erkenntnisse zur Wirkkraft jener Entwicklungen in der Lehr-Lern-Labor-Arbeit bedeutsam und anzustreben. Mit den Beiträgen in Teil I dieses Sammelwerkes wird das noch rar bestückte empirische Erkenntnisfeld zur Förderung von digitalisierungsbezogenen sowie rein fachdidaktisch/pädagogischen Wissensfacetten durch den Einsatz digitaler Technologien in Lehr-Lern-Laboren erweitert. Hierbei dominiert wie auch in der analogen Lehr-Lern-Labor-Arbeit der Anteil an Entwicklungs- und Forschungsarbeiten aus dem MINT-Bereich (Rehfeld et al. 2020); im Sammelwerk vertreten durch die Fächer Informatik, Mathematik, Physik und Biologie sowie erweitert um die Disziplinen

der Geografie, Linguistik und Bildungswissenschaften (entspricht der Reihenfolge der Beiträge in Teil I).

## **Digitale (Lehr-Lern-)Labore (Teil II in diesem Band)**

Bereits seit mehr als fünf Jahren wird durch bundesweite und bundeslandspezifische Förderprogramme auch der Digitalisierungsschub an den Hochschulen vorangetrieben. Während in den ersten beiden Förderlinien der ‚Qualitäts-offensive Lehrerbildung‘ Projekte im Kontext der Digitalisierung nur vereinzelt auftauchen, verschiebt sich das Bild mit der dritten expliziten Linie zur Digitalisierung in der Lehramtsausbildung sowie weiterer Förderinitiativen von z. B. der Stiftung Innovation in der Hochschullehre (u. a. ‚Hochschullehre durch Digitalisierung stärken‘), dem Bayerischen Staatsministerien für Unterricht und Kultus, Wissenschaft und Kunst (u. a. ‚Masterplan Bayern Digital II‘) oder dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (u. a. ‚Leuchttürme der Lehrerbildung ausbauen‘) deutlich zugunsten des Ausbaus der Digitalisierung an Hochschulen. In dieser Folge treten ‚Lehr-Lern-Raum-Konzepte‘ zu Tage, die an den Hochschulen fachübergreifend strukturell verankert werden. Der jeweilige Ursprung liegt hierbei nicht zwingend in der Lehr-Lern-Labor-Arbeit; das weitestgehend einheitliche Konzept der diversen ‚Digital Labs‘ zur aktiven Auseinandersetzung mit digitalen Technologien in lehr- bzw. unterrichtsbezogenen Kontexten greift die grundlegende Intention der Theorie-Praxis-Verknüpfung von Lehr-Lern-Laboren jedoch (auch) auf. Im Zuge einer Internetrecherche mit dem Namen der jeweiligen Hochschule (in Deutschland) und den Stichwörtern ‚Lehrlabor, Lernlabor, digital, Lehramt‘ konnten zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Sammelwerkes (Oktober 2022) zahlreiche Einrichtungskonzepte zu digitalen Laboren in der universitären Lehramtsausbildung identifiziert und quantifiziert werden. Da einige Lehr-Lern-Labore ggf. auch Bezeichnungen tragen, die nicht in das aufgeführte Rechercheraster fallen, erhebt die folgende Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

- 13 digitale Labore mit universitärer, fachübergreifender Verortung und einer vornehmlich zentralisierten Koordination über ein Zentrum für Lehrkräftebildung/School of Education lassen sich als Ein-Raum-Konzept mit umfassender digitaler Ausstattung beschreiben (siehe z. B. *HSE Digital Teaching and Learning Lab, ilab@KU* in diesem Band).
- An sieben bayerischen Hochschulen wird ebenfalls eine fachübergreifende Ausrichtung jedoch mit einem Mehr-Raum-Konzept umgesetzt, das sich auf

die unterschiedlichen zur Verfügung gestellten Technologien (z. B. *VideoLab*, *SensorLab*) oder eine fachspezifische Anbindung (z. B. *GreenLab*, *Digiphil*) der einzelnen Räume/Labore stützt (siehe z. B. *DigiLLab(s)* der FAU Erlangen-Nürnberg, der Universität Bayreuth, der JMU Würzburg in diesem Band). Auch hier ist die Koordination weitestgehend zentralisiert. An weiteren drei Hochschulen konnte ein ähnliches, fachübergreifendes, zentralisiertes Mehr-Raum-Konzept identifiziert werden (z. B. *Digital Learning Lab* der Universität Bielefeld).

- Mit einer fachspezifischen, universitären Anbindung und inhaltlichen Ausrichtung lassen sich fünf digitale Labore identifizieren, die dem Lehr-Lern-Labor-Konzept deutlich näher sind als die vorherigen angeführten fachübergreifenden Labore, jedoch mit einem konzeptionell digitalen Schwerpunkt (z. B. *Lehr-Lern Hub: Digital History* an der Universität Jena; siehe *Ex3Lab* der Pädagogischen Hochschule Weingarten als Beispiel in diesem Band).

Den hier gruppierten ‚Digital Labs‘ geht die Makerbewegung mit der Einrichtung von Fab Labs, MakerLabs, Makerspace etc. voran. Neben einer starken Verankerung im informellen Bildungsbereich von u. a. Museen oder Bibliotheken lassen sich Makerspaces auch zunehmend an Hochschulen finden. In diesen sollen beispielsweise alle hochschul-eingebundenen Statusgruppen Zugang zu Geräten, wie z. B. 3D-Druckern, Lasercuttern, computergesteuerten Fräsen, Mikrocontrollern und Modellierungssoftware bekommen, um mit diesen individuell und/oder kooperativ im diskursiven Austausch arbeiten zu können und/oder den Umgang damit zu erlernen (Stilz et al. 2021). Es handelt sich in diesem Sinne um offene Werkstätten mit digitalen sowie analogen Werkzeugen, die zum produktiven Technikhandeln (*making*, Knaus und Schmidt 2020) anregen (z. B. *MakerLabs* der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg). Demgegenüber steht das medienpädagogische *making* in entsprechend pädagogisch-didaktisch ausgerichteten bzw. angelegten Makerspaces (z. B. *Makerspaces* an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg; Schmidt 2022), die dem Leitgedanken des projektbasierten, kreativen, freien Arbeitens und Lernens der Maker Education folgen und als zentrale Zielgruppe (auch) Schülerinnen und Schüler adressieren (Schön et al. 2016). Die konzeptionelle wie auch räumliche Gestaltung von Makerspaces an Hochschulen und Schulen ist vielseitig und bedarf daher (auch) einer von der Digitalisierung in der Lehr-Lern-Labor-Arbeit losgelösten Betrachtung. Für die im vorliegenden Sammelwerk zusammengeführten Strömungen und abgeleiteten Veränderungen soll an dieser Stelle vornehmlich auf die Nähe und Überschneidungen unterschiedlicher ‚Raumkonzepte‘

zum digital gestützten Lehren und Lernen an den Hochschulen hingewiesen werden. Makerspaces, die digitale Technologien zur Nutzung in der Lehre bzw. zum Lehren zur Verfügung stellen, sind den im Digitalisierungsschub an den Hochschulen aufgebauten digitalen Laboren ähnlich (siehe z. B. *Makerspace* für die Primarstufe an der HU Berlin in diesem Band). Konzeptionelle Unterschiede zwischen Makerspace und digitalen Laboren/Lehr-Lern-Laboren, die sich aus einer Spezifizierung z. B. in Inhalt und/oder Didaktik, der Integration in die Lehre und/oder Zielgruppen ergeben, sollten zukünftig stärker in den Blick genommen und beschrieben werden, um Übersichtlichkeit in das Angebot digitaler Lehr-Lernräume an Hochschulen zu bringen sowie empirische Forschungszugänge ableiten zu können.

### **Innovative digitale Labor-Lehrformate (Teil III in diesem Band)**

Mit der Digitalisierung können Lehr-Lern-Prozesse grundsätzlich neu gedacht werden. Digitale Medien können das Lehr-Lern-Labor selbst sowie das Lehren und Lernen im realen wie auch digitalen und virtuellen (Labor-)Raum definieren. In der Verbindung von real und digital bzw. virtuell nehmen *Mixed Reality*-Lernumgebungen eine besondere Rolle ein, die aufgrund ihrer Vielgestaltigkeit das Spektrum der Möglichkeiten zum Lehren und Lernen im Labor erweitern und/oder verändern können (z. B. Ermel et al. 2017). Mit Augmented Reality (AR) wird der real physische Raum mit virtuellen Objekten angereichert; bei Augmented Virtuality wird eine überwiegend virtuelle Welt mit einigen realen Objekten dargestellt und eine reine Virtual Reality (VR) lässt den Lernenden losgelöst von der realen Welt tief in eine virtuelle Lernumgebung eintauchen (Speicher et al. 2019). Neben diesem ‚Reality-Virtuality Continuum‘ (Milgram et al. 1995) zeigen sich Unterschiede zwischen *Mixed Reality*-Lernumgebungen auch in der Anzahl der mit einbezogenen Lernenden und/oder dem Grad an impliziter und expliziter Interaktion der Lernenden mit den virtuellen Objekten sowie dem Level an Immersion (Speicher et al. 2019). Übertragen auf die Gestaltung innovativer digitaler Labor-Lehrformate in einem hochschuldidaktischen Setting treten u. a. digitale bzw. virtuelle Klassenzimmer verstärkt auf (siehe z. B. Glocker et al. in diesem Band). In diesen können Studierende beispielsweise (digitale) Lehrkonzepte ausprobieren und/oder mit schwierigen Unterrichtssituationen konfrontiert werden, um einen reflektierten Umgang mit diesen zu erlernen. Digitalisierung schafft hier einen neuen Zugang zum praxisnahen Lernen in einer virtuellen laborähnlichen Lehrsituation. Damit verschieben

und/oder verändern sich die charakteristischen Merkmale der Lehr-Lern-Labor-Arbeit, indem u. a. die Interaktion der Studierenden mit den Schülerinnen und Schülern keine reale Verbindung hat (Abschn. „[Einbindung von Schülerinnen und Schülern](#)“).

Ebenfalls digital oder auch virtuell, aber dennoch in der Interaktion und Kommunikation mit den Schülerinnen und Schülern real, entwickeln sich Lehr-Lern-Labor-Formate, die digitale Medien als Inhalt und zudem auch zur Ausgestaltung des Lehr-Lern-Labors selbst einbinden (siehe z. B. Speer und Eichler in diesem Band). Auch hier werden u. a. *Mixed Realities* (MR) erzeugt, indem z. B. Lernumgebungen im Abgleich sowohl physisch-real als auch digital-virtuell konzipiert und umgesetzt werden („MR as an alignment of environments“ nach Speicher et al. 2019, S. 7; z. B. Syskowski 2021). Der Gestaltungsspielraum zum digital transformierten Lehr-Lern-Labor ist aufgrund der Menge an digitalen Tools immens. Die Beiträge in diesem Band können daher nur einen ersten Einblick in diese (mögliche) Strömung geben und den Anfang einer sich wandelnden Lehr-Lern-Labor-Landschaft skizzieren.

## **Lehr-Lern-Labore in der Corona-Pandemie (Teil IV in diesem Band)**

Waren Studium und Schule von den pandemischen Einschränkungen in der Unterrichtsgestaltung stark betroffen, galt dies folglich auch für die bestehenden Lehr-Lern-Labore an den Hochschulen. Die an sie gestellten Anforderungen und damit verbundenen Herausforderungen zur Realisierung einer digitalen, unterrichtsbezogenen Lernumgebung waren ähnlich. Jedoch stehen die in der Lehr-Lern-Labor-Arbeit zusammengeführten Akteursebenen hier nicht nur für sich, sondern müssen gemeinsam betrachtet werden. In der Folge muss in der digitalen Realisierung eines Lehr-Lern-Labors eine Anpassung an die technischen Gegebenheiten der Hochschule und Schule sowie an die Medienkompetenzen der Studierenden und Schülerinnen und Schülern gleichermaßen stattfinden (Voss und Wittwer, 2020). In einer pandemisch-induzierten konzeptionellen Weiterentwicklung werden sowohl bestehende Laboreinheiten digital ‚neu‘ ausgestaltet und umgesetzt (siehe z. B. Elsholz et al. in diesem Band) als auch neue, von Beginn an auf digitale Umsetzung ausgerichtete Lehr-Lern-Labor-Einheiten bzw. -Seminare konzipiert (siehe z. B. Engelhardt et al. in diesem Band). Hierbei zeigt sich in den Veränderungen von Lehr-Lern-Laboren im Zuge der Corona-Pandemie eine Schnittmenge zur generellen (Weiter-)Entwicklung von innovativen digitalen Formaten in der Lehr-Lern-Labor Arbeit. Insofern besteht ein Anspruch dieser