

Kai Kaspar, Michael Becker-Mrotzek, Sandra Hofhues,  
Johannes König, Daniela Schmeinck (Hrsg.)

# BILDUNG, SCHULE, DIGITALISIERUNG



WAXMANN



Kai Kaspar, Michael Becker-Mrotzek, Sandra Hofhues,  
Johannes König, Daniela Schmeinck (Hrsg.)

# Bildung, Schule, Digitalisierung



Waxmann 2020  
Münster • New York

**Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Print-ISBN 978-3-8309-4246-7

E-Book-ISBN 978-3-8309-9246-2

doi: <https://doi.org/10.31244/9783830992462>

© Waxmann Verlag GmbH, Münster 2020

[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

[info@waxmann.com](mailto:info@waxmann.com)

Umschlaggestaltung: Anne Breitenbach, Münster

Umschlagabbildung: © VLADGRIN – shutterstock.com, modifiziert durch Judith Hofmann

Satz: Roger Stoddart, Münster

Dieses Buch ist verfügbar unter folgender Lizenz: CC-BY-NC-ND 4.0

Namensnennung-Nicht kommerziell-Keine Bearbeitungen 4.0 International



# Inhalt

Vorwort der Herausgeber\*innen..... 11

*Kristina Reiss*

Lernen mit digitalen Medien: das Beispiel des Fachs Mathematik ..... 13

## Kategorie 1 – Empirische Originalbeiträge

*Marion Brüggemann, Izumi Klockmann, Andreas Breiter, Falk Howe & Michael Reinhold*

Berufsschule digital – Kooperation, Fortbildung und Praxisentwicklung im Netzwerk..... 19

*Marco Rüth, Johannes Breuer, Thomas Morten & Kai Kaspar*

Bedeutet mehr Feedback auch mehr lernen? ..... 25

*Daniela Conze, Kerstin Drossel & Birgit Eickelmann*

Lehrer\*innenbildung in virtuellen Lernnetzwerken –  
Warum engagieren sich Lehrkräfte im #twitterlehrerzimmer?..... 31

*Ilona Andrea Cwielong & Sven Kommer*

„Wozu noch Schule, wenn es YouTube gibt?“ ..... 38

*Kerstin Drossel, Melanie Heldt & Birgit Eickelmann*

Die Implementation digitaler Medien in den Unterricht gemeinsam gestalten:  
Lehrer\*innenbildung durch medienbezogene Kooperation..... 45

*Raja Reble, Jennifer Meyer, Johanna Fleckenstein & Olaf Köller*

Am Computer oder handschriftlich schreiben? ..... 51

*Dennis Hövel, Friederike van Zadelhoff, Thomas Hennemann & Silvia Fränkel*

„Das kennt man, das macht man [...] und das Neue  
ist dann letztendlich hinten runtergefallen“..... 57

*Daniela J. Jäger-Biela, Kai Kaspar & Johannes König*

Lerngelegenheiten zum Erwerb von digitalisierungsbezogenen Medienkompetenzen..... 64

*Maren Zühlke, Claudia Steinberg, Helena Rudi & Florian Jenett*

#digitanz.lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im  
Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer\*innenbildung ..... 71

*Daniel Otto*

Offene Bildungsmaterialien in der Schule für das Lehren und  
Lernen in der digitalen Welt: Cui bono? ..... 77

*Maik Philipp*

Reading into the Future?! ..... 83

*Franco Rau*

Open Educational Practices im Lehramtsstudium ..... 90

*Frank Reinhold & Kristina Reiss*

Relevanz, Selbstwirksamkeit und Ängstlichkeit bezogen auf das Unterrichten  
von Mathematik mit digitalen Medien..... 96

<i>Robin Schmidt &amp; Christian Reintjes</i> ICT-Beliefs und ICT-Professionalisierung.....	103
<i>Julia Weber &amp; Christian Rolle</i> Überzeugungen von Lehrkräften zu Musik und Technologie.....	109
<i>Daniela Schmeinck</i> Akzeptanzstudie „Hands on Coding“ – ausgewählte Tools, Softwareapplikationen und Programmiersprachen aus der Sicht von Grundschullehrer*innen .....	115
<i>Nadine Sonnenburg</i> Veränderungen durch die Digitalisierung in der Schule – wie können digitale Tools Lehrkräfte unterstützen? .....	121
<i>Sven Thiersch &amp; Eike Wolf</i> Organisation unterrichtlicher Interaktion durch digitale ‚Tools‘ .....	127

## **Kategorie 2 – Gelungene Praxisbeispiele (Best Practices)**

<i>Benjamin Apelojg</i> Die Felix-App: neue Wege zur bedürfnis- und emotionsorientierten Gestaltung von Schule und Unterricht .....	133
<i>Mike Barkmin, Michael Beißwenger, Swantje Borukhovitch-Weis, Torsten Brinda, Björn Bulizek, Veronika Burovikhina, Inga Gryl &amp; David Tobinski</i> Vermittlung digitalisierungsbezogener Kompetenzen an Lehramtsstudierende.....	139
<i>Michael Beißwenger, Veronika Burovikhina &amp; Lena Meyer</i> Präsenzunterricht bereichern mit digital gestützten Arbeitsformen .....	145
<i>Gunhild Berg</i> Digitale Quiz-Didaktik in der Lehrer*innenbildung.....	152
<i>Anna Immerz, Claudia Spahn, Christian Burkhardt &amp; Bernhard Richter</i> „stimmig digital“ – ein E-Learning-Programm zur Vermittlung der Inhalte „Gesundheitsförderung und Stimme“ an Lehramtsstudierende im Studiengang Master of Education am Standort Freiburg.....	158
<i>Sven Strickroth &amp; Julian Dehne</i> Digitale Unterstützung der (kooperativen) Unterrichtsplanung .....	165
<i>Sascha Neff, Alexander Engl, Alexander Kauertz &amp; Björn Risch</i> Virtuelle Labore – Schultransfer und multiperspektivische Evaluation.....	172
<i>Ulrike Franke, Armin Fabian, Judith Preiß &amp; Andreas Lachner</i> TPACK 4.0 – interdisziplinäre, praxisorientierte und forschungsbasierte Förderung von fachspezifischem mediendidaktischem Wissen bei angehenden Lehrpersonen .....	178
<i>Christian Spoden, Andreas Frey, Aron Fink &amp; Patrick Naumann</i> Kompetenzorientierte elektronische Hochschulklausuren im Studium des Lehramts.....	184
<i>S. Franziska C. Wenzel, Claudia Krille, Sabine Fabriz &amp; Holger Horz</i> Adaptive formative E-Assessments in der Lehrer*innenbildung.....	190

<i>Alice Gruber</i> Die Förderung mündlicher Fertigkeiten im Fremdsprachenunterricht mithilfe von interaktiven Videos und Virtual Reality .....	197
<i>Luca Moser, Sabine Seufert &amp; Josef Guggemos</i> Lehrer*innenbildung von digitalen Kompetenzen in einer forschungsbasierten Lerngemeinschaft .....	203
<i>Sandra Hoffhues, Bence Lukács &amp; Mandy Schiefner-Rohs</i> Medien als ‚Changemaker‘ in der Lehrer*innenbildung: zu Übertragbarkeit und Grenzen eines partizipativen Designs.....	210
<i>Isabel Schmoll, Anna-Lisa Max, Holger Weitzel &amp; Johannes Huwer</i> Nachhaltigkeit: DIGITAL – fächerübergreifender Erwerb digitaler Kompetenzen im Kontext der Nachhaltigkeit .....	216
<i>Marco Rüth, Daniel Zimmermann &amp; Kai Kaspar</i> Mobiles Eye-Tracking im Unterricht.....	222
<i>Kirsten Schindler &amp; Matthias Knopp</i> Kooperatives digitales Schreiben an der Schnittstelle von Lehrer*innenbildung und Deutschunterricht.....	229
<i>Nina Skorsetz, Nadine Weber &amp; Diemut Kucharz</i> ePortfolio zur Medienbildung im Grundschullehramtsstudium .....	236
<i>Sebastian Zangerle, Jochen Kuhn &amp; Artur Widera</i> Classroom-Response-Systeme in vorlesungsbegleitenden Übungen für Lehramtsstudierende in der Physik .....	242
<i>Christiane Lenord</i> Professionelle Wahrnehmung von Musikunterricht durch Unterrichtsvideos – kreativ und strukturiert .....	247
<i>Rebekka Schmidt</i> Lehre digital umstrukturieren und neu denken – ein Praxisbeispiel .....	253
<i>Tanja Schreier</i> Die Lingscape-App als digitales Lehr- und Lernmedium in Schulen? .....	259
<i>Yvette Völschow &amp; Julia-Nadine Warrelmann</i> Gelingensbedingungen für eine reflexivitätsfördernde ePortfolioarbeit .....	265
<i>Till Woerfel</i> Sprachbildungs- und digitalisierungsbezogene Kompetenzen als Gegenstand der Lehrer*innenbildung .....	271

### Kategorie 3 – Studienkonzepte

<i>Katharina Asen-Molz, Christian Gößinger &amp; Astrid Rank</i> Im Tandem politische Medienbildung stärken .....	278
<i>Mario Frei, Katharina Asen-Molz, Sven Hilbert, Anita Schilcher &amp; Stefan Krauss</i> Die Wirksamkeit von Erklärvideos im Rahmen der Methode Flipped Classroom .....	284
<i>Michael Becker-Mrotzek, Till Woerfel &amp; Sabine Hachmeister</i> Potentiale digitaler Schreibwerkzeuge für das epistemische Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe .....	291
<i>Denise Demski, Grit im Brahm, Gabriele Bellenberg, Robin auf'm Kamp, &amp; Romy Schade</i> Digitales Lernen in der gymnasialen Oberstufe .....	297
<i>Kathrin Racherbäumer, Anke B. Liegmann, René Breiwe &amp; Isabell van Ackeren</i> Unterrichtsentwicklung in Research Learning Communities – digital und inklusiv .....	303
<i>Raphael Fehrmann &amp; Horst Zeinz</i> Digitale Bildung in der Hochschule .....	309
<i>Christoph Dähling &amp; Jutta Standop</i> Kollaboratives Annotieren in der Videofallarbeit aus <i>cognitive-load</i> -Perspektive .....	315
<i>Isabell van Ackeren, Heike Buhl, Birgit Eickelmann, Martin Heinrich &amp; Günther Wolfswinkler</i> Digitalisierung in der Lehrerbildung durch Communities of Practice .....	321
<i>Jennifer Meyer, Thorben Jansen, Johanna Fleckenstein, Stefan Keller, Jens Möller &amp; Olaf Köller</i> Become an Expert in Assessing Student Texts (BEAST) .....	327
<i>Johanna Fleckenstein, Jennifer Meyer, Thorben Jansen, Raja Reble, Maleika Krüger, Emily Raubach &amp; Stefan Keller</i> Was macht Feedback effektiv? .....	333
<i>Johanna Heinrichs</i> Programmieren im Sachunterricht.....	339
<i>Sarah Hellwig</i> Förderung von Kindern im inklusiven Sachunterricht durch kooperatives Lernen mit digitalen Medien.....	345
<i>Matthias Herrle, Markus Hoffmann &amp; Matthias Proske</i> Unterricht im digitalen Wandel: Methodologie, Vorgehensweise und erste Auswertungstendenzen einer Studie zum Interaktionsgeschehen in einer Tabletklasse .....	351
<i>Marit Kastaun, Monique Meier, Norbert Hundeshagen &amp; Martin Lange</i> ProfiLL – Professionalisierung durch intelligente Lehr-Lernsysteme .....	357
<i>Kristina Gerhard, Kai Kaspar, Marco Rüth, Charlotte Kramer, Daniela J. Jäger-Biela &amp; Johannes König</i> Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung technologisch- pädagogischen Wissens von Lehrpersonen .....	364



*Michi S. Fujii, Jana Hüttmann & Nadia Kutscher*  
Informelle, non-formale und formale Bildung im Kontext  
digitalisierter Lebenswelten geflüchteter Jugendlicher ..... 370

*Carina Troxler & Mandy Schiefner-Rohs*  
Medienbasierte pädagogische Praktiken ..... 376

## **Kategorie 4 – Theoretische Beiträge**

*Luisa Lauer, Markus Peschel, Sarah Bach & Johann Seibert*  
Modellierungen Medialen Lernens ..... 382

*Kai Kaspar, Georg Bareth, Michael Becker-Mrotzek, Jörg Großschedl, Sandra Hofhues,  
Kai-Uwe Hugger, Jörg Jost, Matthias Knopp, Johannes König, Benjamin Rott,  
Kirsten Schindler, Daniela Schmeinck & Dorothea Wiktorin*  
Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden  
Lehrkräften im Projekt DiSK..... 388

*Steven Beyer & Katja Eilerts*  
Mit Mobile Learning Professionalisierungsprozesse von (angehenden)  
Mathematiklehrkräften in Fort- und Ausbildung unterstützen ..... 395

*Karen Binder & Colin Cramer*  
Digitalisierung im Lehrer\*innenberuf..... 401

*Kai-Uwe Hugger, Angela Tillmann, Kai Kaspar, Ivo Züchner, Harald Gapski, Alena Bühner,  
Maike Groen, Franziska Schäfer, Jennifer V. Meier, Hannah Jäkel & Sonja Klann*  
Medienbildung in der Ganztagschule ..... 408

*Marcel Capparozza & Gabriele Irle*  
Digitale Kompetenzen von Lehrerausbildenden ..... 414

*Albert Teichrew & Roger Erb*  
Hauptsache Augmented? ..... 421

*Ömer Genc, Felix Johlke, Marcel Schaub, Nora Feldt-Caesar,  
Renate Fournier, Ulrike Roder & Regina Bruder*  
Mathematikdidaktische Forschungsansätze und Entwicklungsarbeiten  
zu digitalen Diagnose- und Förderangeboten an der TU Darmstadt ..... 427

*Julia Suckut & Sabrina Förster*  
Ein Kategoriensystem zur digitalisierungsbezogenen Beschreibung von  
schulischen und hochschulischen Lehr-Lernumgebungen ..... 433

*Mina Ghomi & Niels Pinkwart*  
Die Förderung lehrkräftespezifischer digitaler Kompetenzen gehört in die  
Lehramtsausbildung – ist das Aufgabe der Informatik?..... 439

*Christian Kraler & Daniela Worek*  
Schule als Resonanzraum gesellschaftlicher Digitalisierungsprozesse ..... 445

*Johann Seibert, Luisa Lauer, Matthias Marquardt, Markus Peschel & Christopher W. M. Kay*  
deAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality ..... 451

<i>Torben Bjarne Wolff &amp; Alke Martens</i> Zur Mehrdeutigkeit des Begriffs Digitalisierung im schulischen Kontext .....	457
<i>Anke Redecker</i> Kontrollsubjekte in der digitalisierten Lehrer*innenbildung.....	464
<i>Falk Scheidig</i> Digitale Formate des Praxisbezugs im Lehramtsstudium .....	470
Die Herausgeber*innen .....	476

## Kompetenzorientierte elektronische Hochschulklausuren im Studium des Lehramts

### Zusammenfassung

Es wird ein Konzept für kompetenzorientierte E-Klausuren vorgestellt, das gekennzeichnet ist durch (1) die Operationalisierung kompetenzorientierter Lernziele, (2) eine kriteriumsorientierte Testwertinterpretation, (3) die faire Benotung aufeinanderfolgender Studierendekohorten auf einer invarianten Berichtsmetrik und (4) die Verbesserung der Messpräzision. Diese Vorteile werden anhand eines *Best-Practice*-Beispiels illustriert.

**Schlagworte:** E-Klausuren, Kompetenzdiagnostik, adaptives Testen

### 1. Einleitung

Elektronische Prüfungsformate wie elektronische Klausuren (E-Klausuren) erlauben im Lehramtsstudium die Nutzung innovativer Aufgabenformate (z. B. basierend auf Animationen zu didaktischen Modellen oder Unterrichtsvideos) und reduzieren durch die automatische Kodierung der Antworten den Prüfungsaufwand. Ihr Entwicklungsstand ist stark durch die Anwendungsperspektive der zumeist auf Einzelaspekte konzentrierten Prüfer\*innen sowie Arbeitsschwerpunkte kommerzieller Anbieter bestimmt. Wenngleich seit wenigen Jahren eine eigene Forschungscommunity (vgl. [www.e-pruefungssymposium.de](http://www.e-pruefungssymposium.de)) existiert, steht doch die Einbindung des Forschungswissens der mit der Testkonstruktion befassten Disziplinen (Pädagogisch-Psychologische Diagnostik, Psychometrie) am Anfang. Seit Inkrafttreten der Bologna-Reform sind Klausuren als Instrumente zum Messen des Umfangs des Kompetenzerwerbs zu konzipieren, was (1) eine angemessene Berücksichtigung kompetenzorientierter Lernziele und (2) die kriteriale Interpretation der Klausurergebnisse im Hinblick auf Kompetenzanforderungen notwendig macht. Darüber hinaus liegt in den oben genannten Disziplinen ein weit entwickelter Forschungsstand zur Fairness der Notengebung vor. Dieser eröffnet Möglichkeiten zur (3) Konstanzhaltung des Bewertungsmaßstabs über verschiedene Studierendekohorten bei weitgehend konstanten Klausurinhalten und (4) Angleichung der Messpräzision als Grundlage einer belastbaren Benotung. Insbesondere die letztgenannten Handlungsziele haben bislang in der Forschung zu E-Klausuren und deren Anwendungspraxis kaum Aufmerksamkeit erfahren.

Ein *Best-Practice*-Beispiel für die Implementation eines wissenschaftsbasierten und durch diese vier Charakteristika gekennzeichneten Konzepts (Spoden et al., in Vorb.) kompetenzorientierter E-Klausuren wird hier vorgestellt. Um die Lernziele einer Lehrveranstaltung bei einer Klausur angemessen abzubilden, kann der Messgegenstand als

---

1 Deutsches Institut für Erwachsenenbildung – Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen e. V., Deutschland

2 Institut für Psychologie, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Deutschland

3 Centre for Educational Measurement at the University of Oslo, Norwegen

Kombination von Inhaltsbereich des Themenfeldes und kognitiven Anforderungen in Form einer Matrix strukturiert werden. Die kognitiven Anforderungen lassen sich aus üblichen Lehrzieltaxonomien ableiten. Entlang von Richtlinien zur Aufgabenkonstruktion (z. B. Haladyna & Rodriguez, 2013) können geeignete Klausuraufgaben für jede Zelle dieser Matrix operationalisiert werden.

Im Hinblick auf Aussagen über die individuelle Lernzielerreichung bei Hochschulklausuren ist eine kriteriumsorientierte Bewertung unabhängig von den Ergebnissen der jeweiligen Studierendenkohorte zielführend. Hierzu können Testmodelle der *Item Response Theory* (IRT) und speziell das aus dem Bildungsmonitoring bekannte Rasch-Modell genutzt werden. Es ermöglicht Aussagen dazu, mit welcher Wahrscheinlichkeit die einem Lernziel entsprechenden Itemanforderungen von Studierenden einer bestimmten Kompetenz bewältigt und die Items gelöst werden. Anschließend wird festgelegt, welche Lösungswahrscheinlichkeit als sicheres Beherrschen der Anforderungen interpretiert wird. Durch vereinfachte *Standard Setting*-Verfahren (z. B. *Bookmark-Methode*), mit deren Hilfe Grenzwerte zwischen Notenstufen festgelegt werden, können die Klausurergebnisse auf die gesteckten Lernziele bezogen werden.

Um den Maßstab zur Festlegung der einzelnen Notenstufen über verschiedene Klausurdurchgänge konstant zu halten, können *Equating*-Methoden für die statistische Adjustierung von Unterschieden in der Schwierigkeit verschiedener Klausurzusammenstellungen genutzt werden. Diese Adjustierung wird anhand von Ankeritems vorgenommen, die aus vorangegangenen Klausuren übernommen werden und für die aktuelle Klausur um neue Items ergänzt werden. Die Invarianz des Messmodells wird mit statistischen Analysen zur Schwierigkeitsveränderung (englisch: *Item-Drift*) der Ankeritems vorab geprüft.

Eine angegliche Messgenauigkeit unabhängig vom Leistungsniveau kann schließlich über das IRT-basierte computerisierte adaptive Testen (CAT; Frey, im Druck) erzielt werden. Beim CAT werden die Klausuritems vom Computer individuell im Hinblick auf die Verbesserung der Messpräzision ausgewählt. Hierzu mussten bisher zunächst die Itemschwierigkeiten in einer Kalibrierungsstudie geschätzt werden. Da hinreichend große Stichproben bei Hochschulklausuren oft nicht vorliegen, wurde die kontinuierliche Kalibrierungsstrategie (Fink et al., 2018) entwickelt. Mit dieser wird die Konstanzhaltung der Berichtsmetrik, die Vergrößerung des Itempools, die Optimierung der Parameterschätzung der Aufgabenschwierigkeit, und die Identifizierung defizitärer und bekanntgewordener Aufgaben sichergestellt.

Nachfolgend wird dargestellt, wie entsprechend konzipierte adaptive, kompetenzorientierte E-Klausuren in die Hochschullehre implementiert werden können.

## 2. Best Practice: Implementation adaptiver, kompetenzorientierter E-Klausuren

Dem hier vorgestellten Konzept ging die Entwicklung papierbasierter kompetenzorientierter Hochschulklausuren voraus, die durch die drei erstgenannten Charakteristika gekennzeichnet waren. In sechs jährlich durchgeführten und benoteten Klausuren zu Forschungsmethoden der Erziehungswissenschaft an der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena konnte die Umsetzbarkeit des Konzepts in universitätsüblichen Kontexten

verdeutlicht werden. Es wurde ein Itempool zu jeweils neun Inhaltsbereichen der Forschungsmethoden und Statistik (überwiegend Taxonomiestufen Wissen, Verständnis und Anwendung) entwickelt, der im Jahr 2012 49 Items umfasste und bis 2017 auf 124 Items anwuchs. Jeweils zwischen 35 und 40 Items (mindestens 15 Ankeritems) wurden für eine Klausur mit einer Prüfungszeit von 90 Minuten ausgewählt. Mindestens zehn Ankeritems konnten jeweils auf frühere Schätzungen verankert werden, um auf Basis eines *Common Item Nonequivalent Group*-Designs die gleiche, reliable Skala über die Jahrgänge aufrechtzuerhalten ( $rel_{MLE} = .64$  bis  $rel_{MLE} = .88$ ). Dieses Vorgehen offenbarte Kompetenzunterschiede zwischen Studierendenkohorten, die zur Optimierung der Lehre genutzt wurden.

Das Konzept kompetenzorientierter Hochschulklausuren wurde aufgrund der Vorteile computerbasierter Prüfungen weiterentwickelt. Für die Implementation adaptiver, kompetenzorientierter E-Klausuren unter hochschulüblichen Bedingungen mit zum Teil kleinen Stichproben wurde die kontinuierliche Kalibrierungsstrategie (Fink et al., 2018) entwickelt. Die Nutzung der Methode ermöglicht die Verbesserung der Messpräzision aufgrund eines adaptiven Testteils und die Kalibrierung im laufenden Klausurbetrieb ohne Kalibrierungsstudie. Die Notengebung der initialen Klausur wird auf Basis einer Rasch-Skalierung der Klausurdaten vorgenommen. Ab der zweiten Klausurdurchführung ist die kontinuierliche Kalibrierung kurzgefasst wie folgt beschrieben:

1. Freie Rasch-Skalierung aller Items anhand von Studierendenantworten der aktuellen Klausur.
2. Equating, Transformation von Itemparametern der Ankeritems auf die bei der ersten Durchführung etablierte Berichtsmetrik, dabei Test auf Item-Drift.
3. Zweite Skalierung mit Festsetzung der Schwierigkeiten der Ankeritems (bei nicht-signifikantem Drift-Test) und freier Parameterschätzung der restlichen Items auf Basis der Studierendenantworten aller Testzeitpunkte.
4. Schätzung der Kompetenzausprägungen, abschließend Transformation in Notenstufen.

Um die erwartete Verbesserung der Messpräzision nachzuweisen, führten Fink et al. (2018) eine Monte-Carlo-Simulationsstudie durch. Die zentralen Ergebnisse über neun aufeinander folgende Kohorten für kleine Stichproben ( $N = 50$  und  $N = 100$ ) und eine Testlänge von 50 Items (davon jeweils zehn Ankeritems) sind nachfolgend zusammengefasst. Für die Studierendenfähigkeit  $\theta$  und die Schwierigkeiten des 130 Items umfassenden Itempools  $b_i$  wurden übliche Verteilungsannahmen getroffen:  $\theta \sim N(0, 1)$ ;  $b_i \sim N(0, 1.5)$ ,  $b_i \in (-4.5, 4.5)$ . Bei der Kalibrierungsgeschwindigkeit  $t = 3$  wurden in drei Testdurchführungen den zehn Ankeritems wechselnd 40 neue Items beigefügt (vollständige Kalibrierung des Pools nach drei Durchführungen), die anschließend adaptiv vorgegeben wurden; bei  $t = 9$  wurden nach der initialen Klausur den Ankeritems jeweils nur zehn neue und 30 zuvor kalibrierte, adaptiv vorgegebene Items pro Testdurchführung beigefügt (Kalibrierung nach neun Durchgängen). Abbildung 1 zeigt die fortschreitende Angleichung der Messpräzision über den gesamten Fähigkeitsbereich, die mit beiden Kalibrierungsgeschwindigkeiten unterschiedlich zügig realisiert wird. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse wurde das Konzept adaptiver, kompetenzorientierter E-Klausuren im Wintersemester 2018/2019 erstmals an der FSU Jena im regulären Studienbetrieb angewandt.

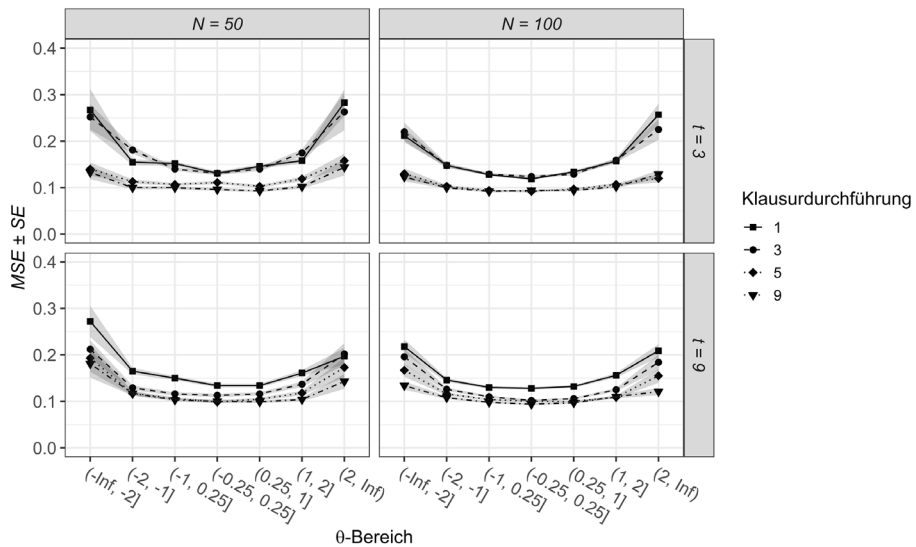
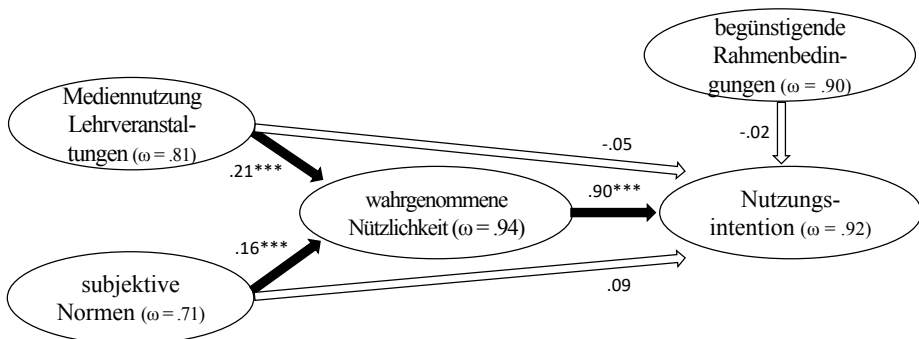


Abbildung 1: Ergebnisse einer Simulation zur Messpräzision kontinuierlich kalibrierter Klausurdurchführungen (nach Fink et al., 2018).

Um zu untersuchen, welche Faktoren für die Prüfer\*innen über den tatsächlichen Einsatz des Konzeptes entscheiden, wurden bekannte Technologieakzeptanzmodelle (z. B. Davis, 1989) adaptiert. Diese beinhalten die wahrgenommene Nützlichkeit, die Bereitschaft verwandte Technologien (konkret: Medien) zu nutzen, begünstigende Rahmenbedingungen (organisatorische und technische Ressourcen), subjektive Normen und als abhängige Variable die Intention zur Nutzung der neuen Technologie (hier: adaptive, kompetenzorientierte E-Klausuren). Die empirische Prüfung dieses Modells basierte auf einer Online-Befragung unter Prüfer\*innen deutscher Hochschulen ( $N = 498$ ;



Anmerkung: Mediennutzung operationalisiert durch eine adaptierte Skala aus dem ICILS Lehrerfragebogen (Gerick et al., 2018). Die anderen Skalen sind Eigenentwicklungen. Modell-Fit: CFI = .954; TLI = .951; RMSEA = .047; SRMR = .099.

Abbildung 2: Pfadmodell zur Erklärung der Intention zur Nutzung adaptiver E-Klausuren (Messmodelle ausgelassen).

36.7 % weiblich; Alter:  $M = 44.28$ ,  $SD = 11.80$ ; 74 Hochschulen, 35 Fachbereiche). Das vollständige Strukturmodell mit direkten und indirekten Pfaden ist unter Angabe der Messinstrumente in Abbildung 2 dargestellt. Durch das Modell konnten 84.1 % der Varianz der Intention zur Nutzung (adaptiver) E-Klausuren erklärt werden. Die Ergebnisse weisen mit der wahrgenommenen Nützlichkeit von (adaptiven) E-Klausuren ein durch Informationsvermittlung beeinflussbares Merkmal als zentralen Prädiktor der Nutzungsintention aus. Subjektive Normen und anderweitige Mediennutzung in der Lehre spielen über die Nützlichkeit vermittelt eine untergeordnete Rolle. Die schwerer beeinflussbaren infrastrukturtechnischen Rahmenbedingungen sind hier nicht relevant. Zur Optimierung der Nützlichkeit wurde eine benutzerfreundliche Software zur Administration der Klausuren und der Anwendung der Kalibrierungsstrategie entwickelt. Die Software erleichtert über Voreinstellungen und eine leicht zugängliche Dokumentation auch psychometrisch wenig geschulten Prüfer\*innen die Nutzung. Darüber hinaus wurde eine Fortbildungsveranstaltung zur Erläuterung des Konzepts durchgeführt, aufgezeichnet und als Video-on-Demand zur Verfügung gestellt (Software und Workshop verfügbar unter <https://kat-hs.uni-frankfurt.de/materialien/>).

### 3. Diskussion

Zusammenfassend liegt ein Konzept für E-Klausuren vor, welches den Anforderungen einer digitalisierten Hochschullehre entspricht, Diskussionslinien der deutschsprachigen Forschung (z. B. aus der Kompetenzdiagnostik) aufgreift und die rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen von Hochschulprüfungen in Deutschland berücksichtigt. Relevante organisatorische Rahmenbedingungen beinhalten etwa hinreichende Computer-Arbeitsplätze sowie mit dem elektronischen Prüfungsformat vertraute Angestellte, speziell in der Hochschuldidaktik und IT. Der Prüfungsaufwand kann in den oft großen Lehrveranstaltungen im Lehramt durch die automatisierte Administration und Auswertung durch den Computer deutlich reduziert werden. Aufgrund der einheitlichen Landesprüfungsordnungen ist dort auch denkbar, den benötigten Itempool für Prüfungsfächer über verschiedene Universitäten hinweg zu erzeugen und zu kalibrieren. Rechtlichen Vorgaben der Prüfungsordnungen im Lehramt, wie etwa alternativen Aufgaben, kann mit einem adaptiven Prüfungssystem flexibel Rechnung getragen werden. So können Algorithmen zum *Content Balancing* (z. B. Born & Frey, 2017) genutzt werden, um eine Reihe vorab definierter Inhaltsbereiche mit zwischen den Studierenden variierenden Items in einer Klausur zu prüfen, die auf einer gemeinsamen Berichtsmetrik ausgewertet und benotet werden. Eine computerisierte Administration erleichtert die Konstruktion von Items mit realistischen Anforderungen für das Lehramtsstudium. Zu Inhalten der Didaktik oder Klassenführung könnten beispielsweise kurze Videosequenzen eingespielt werden, die typische Klassensituationen zeigen und die Einschätzung einer angemessenen Reaktion der Lehrkraft erfordern. Automatisierte Texterkennung wird zukünftig auch den Einsatz in Inhaltsbereichen ermöglichen, in denen mit den derzeit beim CAT genutzten geschlossenen Antwortformaten nur eingeschränkt geprüft werden kann. Diese Beispiele verdeutlichen die erfolgversprechenden Möglichkeiten durch Digitalisierungsprozesse im Hochschulprüfungswesen.

## Förderhinweis

Die Veröffentlichung wurde durch eine Zuwendung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Forschungsfelds „Digitale Hochschulbildung“ ermöglicht (Förderkennzeichen 16DHL1005). Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

## Literatur

- Born, S. & Frey, A. (2017). Heuristic constraint management methods in multidimensional adaptive testing. *Educational and Psychological Measurement*, 77, 241–262. <https://doi.org/10.1177/0013164416643744>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Fink, A., Born, S., Spoden, C. & Frey, A. (2018). A continuous calibration strategy for computerized adaptive testing. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 60, 327–346.
- Frey, A. (im Druck). Computerisiertes adaptives Testen. In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Gerick, J., Vennemann, M., Eickelmann, B., Bos, W. & Mews, S. (2018). *ICILS 2013. Dokumentation der Erhebungsinstrumente der International Computer and Information Literacy Study 2013*. Münster: Waxmann.
- Haladyna, T. M. & Rodriguez, M. C. (2013). *Developing and validating multiple-choice test items*. New York: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203850381>
- Spoden, C., Frey, A., Born, S. & Fink, A. (in Vorb.). *Konstruktion psychometrisch fundierter Hochschulklausuren für das digitale 21. Jahrhundert*.