

Lehrkräftefortbildungen im Kontext digitaler Medien: Welche Bedeutung haben digitalbezogene Fortbildungsthemen für selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen und selbstberichtetes digital gestütztes Unterrichtshandeln?

Isabell Runge  · Katharina Scheiter  · Charlott Rubach  · Dirk Richter  · Rebecca Lazarides 

Eingegangen: 14. Mai 2023 / Angenommen: 2. November 2023
© The Author(s) 2024

Zusammenfassung Lehrkräftefortbildungen sind entscheidend für die Weiterentwicklung professioneller Kompetenzen von Lehrkräften sowie für qualitativvolles Unterrichtshandeln. Studien verweisen auch auf die Bedeutsamkeit von Fortbildungen, die sich mit digitalbezogenen Themen befassen. Wenige Befunde existieren allerdings darüber, ob und wie die digital gestützte Unterrichtsgestaltung oder digitale Kompetenzen von Lehrkräften abhängig vom Fortbildungsthema variieren. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie Zusammenhänge zwischen verschiedenen digitalbezogenen Fortbildungsthemen, selbsteingeschätzten digitalen

✉ Isabell Runge · Prof. Dr. Rebecca Lazarides
Professur für Schulpädagogik/Empirische Unterrichtsforschung, Universität Potsdam,
Karl-Liebknecht-Str. 24/25, 14476 Potsdam, Deutschland
E-Mail: isabell.runge@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Rebecca Lazarides
E-Mail: rebecca.lazarides@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Katharina Scheiter
Professur Digitale Bildung, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Str. 24/25, 14476 Potsdam,
Deutschland
E-Mail: katharina.scheiter@uni-potsdam.de

Jun.-Prof. Dr. Charlott Rubach
Empirische Bildungsforschung m.d.S. Lehrkräfteforschung, University of Rostock,
August-Bebel-Str. 28, 18055 Rostock, Deutschland
E-Mail: charlott.rubach@uni-rostock.de

Prof. Dr. Dirk Richter
Professur für Erziehungswissenschaftliche Bildungsforschung, Universität Potsdam,
Karl-Liebknecht-Str. 24/25, 14476 Potsdam, Deutschland
E-Mail: dirk.richter@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Rebecca Lazarides
Cluster Science of Intelligence (SCIoI), Technische Universität Berlin, Marchstraße 23, 10587 Berlin,
Deutschland

Kompetenzen von Lehrkräften sowie selbstberichtetem digital gestütztem Unterrichtshandeln. Dabei wurden Daten von 219 Lehrkräften aus einer Onlinebefragung von Anfang des Jahres 2023 ausgewertet, in welcher sie angaben, welche Fortbildungen zu digitalbezogenen Themen sie besucht haben. Es wurden querschnittliche Pfadmodelle in Mplus durchgeführt, welche verdeutlichen, dass Lehrkräfte insbesondere dann digitale Medien häufig zur kognitiven Aktivierung sowie konstruktiven Unterstützung einsetzen, wenn sie angaben, digitalbezogene Fortbildungen besucht zu haben, die technologische mit pädagogischen Inhalten kombinierten. Zudem konnte anhand indirekter Effekte gezeigt werden, dass die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen von Lehrkräften (TPACK) die Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an Fortbildungen zu den Themen „Aktive Medienarbeit“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ und der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität vermittelten. Aus den vorliegenden Ergebnissen werden praktische Implikationen für die Lehrkräftefortbildung im Bereich der Digitalisierung abgeleitet.

Schlüsselwörter Digitalbezogene Lehrkräftefortbildungen · Selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen · Selbstberichtete digital gestützte Unterrichtsqualität

Teacher training in the context of digital technology: What is the significance of digital-related training topics for digital competence-related beliefs and self-reported technology-enhanced instructional behavior?

Abstract Teacher training is significant for the further development of teachers' professional competencies and for teaching quality. In the context of digital technology, studies point to the importance of training courses dealing with digital-related topics. Little is known, however, about whether teachers' technology-enhanced instruction or digital competencies vary depending on the training attended. Against this background, the present study investigates relations between specific digital-related training topics, teachers' digital competence-related beliefs, and technology-enhanced instructional quality. For this purpose, data from 219 teachers were analyzed from an online survey conducted at the beginning of 2023, in which they reported which training courses on digital-related topics they had attended. Cross-sectional path models have been run in Mplus, which illustrate that teachers reported higher digital competencies and frequently used digital technology for cognitive activation and constructive support when they reported attending digital-related training topics that combined technological and pedagogical content. In addition, indirect effects were used to show that teachers' digital competence-related beliefs mediated the relations between trainings on “active media work,” “computer-based student support,” and “subject-specific instructional development with digital media” and technology-enhanced instructional quality. Practical implications for teacher training in the area of digital technology are derived from the present results.

Keywords Digital-related teacher training · Digital competence-related beliefs · Self-reported technology-enhanced instructional quality

1 Einleitung

Die berufsbegleitende Professionalisierung von Lehrkräften in Form von Fortbildungen ist auch für eine effiziente und lernförderliche Integration digitaler Medien im Unterricht hoch relevant (Endberg et al. 2021; KMK 2021; Scheiter 2021). Digitalbezogene Lehrkräftefortbildungen können zur stetigen Weiterqualifizierung von Lehrkräften im Umgang mit digitalen Medien beitragen (KMK 2021) und ermöglichen es, dass digitale Innovationen zielgerichtet und zeitnah von Lehrkräften im Unterricht genutzt werden (SWK 2022). Empirisch zeigen sich dementsprechend Zusammenhänge zwischen der Teilnahme von Lehrkräften an Fortbildungen zu digitalbezogenen Themen und ihren selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (Alt 2018; Runge et al. 2022) sowie dem unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien (Unterrichtsqualität: Li et al. 2019; Runge et al. 2022; Sunder et al. 2015; Nutzungshäufigkeit: Bremer und Antony 2017; Drossel et al. 2019). Diese Befunde beziehen sich jedoch vorwiegend auf die Teilnahmehäufigkeit von Lehrkräften an digitalbezogenen Fortbildungen und betrachten die spezifischen digitalbezogenen Themen der Fortbildungen kaum. Allerdings ist die thematische Gestaltung von digitalbezogenen Fortbildungen durchaus von Bedeutung, da ein gelungener Theorie-Praxis-Transfer nur dann gewährleistet werden kann, wenn Lehrkräfte die Fortbildungsinhalte und -themen als bedeutsam und praxisrelevant empfinden (Bonnes et al. 2022). Zudem zeigen Interventionsstudien, dass selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen von Lehrkräften besonders dann gefördert wurden, wenn Lehrkräftefortbildungen thematisch Fragen der Funktionsweisen digitaler Technologien mit Fragen der pädagogischen und didaktischen Unterrichtsgestaltung verbinden (Mayer et al. 2021; Reinhold et al. 2021; Reinhold und Reiss 2020; Rodrigues 2020). Ausgehend von der hohen Relevanz von Fortbildungsthemen für Kompetenzen und Unterrichtsgestaltung untersucht die vorliegende Studie die Bedeutung von digitalbezogenen Fortbildungsthemen für selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen von Lehrkräften sowie für den von Lehrkräften berichteten qualitativvollen Einsatz digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung. Um die Bedeutung verschiedener thematischer Ausrichtungen digitalbezogener Fortbildungen in den Blick zu nehmen, wurden fünf aus dem Länderindikator (Kammerl et al. 2016) stammenden Fortbildungsthemen orientiert am Modell des Technological Pedagogical Content Knowledge (Mishra und Koehler 2006) in zwei Themenfelder unterteilt. Technologische Fortbildungsthemen umfassen die Themen „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“. In diesen Fortbildungen steht die Vermittlung von Anwendungswissen zu digitalen Medien und Programmen im Vordergrund (Technological Knowledge; Endberg 2019; Mishra und Koehler 2006; Schmid und Petko 2020). Das zweite Themenfeld umfasst die drei Fortbildungsthemen, „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ sowie „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“. In diesen Fortbildungen steht

die Verbindung von technologischem mit pädagogischem und fachlich-inhaltlichem Wissen im Vordergrund (Technological Pedagogical Content Knowledge; vgl. Endberg 2019; Mishra und Koehler 2006; Schmid und Petko 2020). Wir untersuchen, inwiefern die selbstberichtete Teilnahme an Fortbildungen zu vorwiegend technologischen Themen im Vergleich zu Fortbildungen, die technologische und pädagogische sowie fachlich-inhaltliche Themenbereiche verbinden, mit selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen und der digital gestützten Unterrichtsqualität zusammenhängen.

2 Theoretischer Hintergrund und Forschungsstand

2.1 Lehrkräftefortbildungen zu digitalbezogenen Themen

Die berufsbegleitende Professionalisierung von Lehrkräften wird in Form von Fortbildungen als dritte und längste Phase der Lehrkräfteausbildung bezeichnet und dient der kontinuierlichen Nach- und Weiterqualifizierung professioneller Kompetenzen (Daschner und Hanisch 2019; Richter und Richter 2020; Rzejak et al. 2020). Durch die zunehmende Bedeutung digitaler Technologien und Themen für die schulische Bildung kommt Fortbildungsmaßnahmen im Kontext digitaler Medien eine bedeutende Rolle als Unterstützungssystem von Lehrkräften zu (Eickelmann und Drossel 2020; Endberg et al. 2021; Engec et al. 2021; Koschorreck und Gundermann 2020). Aktuelle Studien wie der Länderindikator 2021 (Eickelmann et al. 2022) zeigen auf, dass Lehrkräfte der Sekundarstufe I an Fortbildungsangeboten im Bereich digitaler Medien teilnehmen – so gab etwa die Hälfte der befragten Lehrkräfte an, im Verlauf der letzten zwei Jahren mindestens einmal an einer Fortbildung im Kontext digitaler Medien teilgenommen zu haben. Im Vergleich zu früheren Studien zeigt sich damit bereits ein Anstieg in der Teilnahme, da noch im Länderindikator 2016 (Kammerl et al. 2016) oder in der ICILS-Studie 2018 (Gerick et al. 2019) nur rund ein Drittel der befragten Lehrkräfte angab, in den zwei Jahren vor Befragung eine Fortbildung zum unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien besucht zu haben. Die Mehrheit der befragten Lehrkräfte (84,3 %) berichtete zudem, dass sie unabhängig von Fortbildungsteilnahmen den zielführenden unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien im schulischen Alltag gelernt haben (Eickelmann et al. 2022). Demgegenüber gaben nur 62,8 % der Lehrkräfte an, einen zielführenden Einsatz digitaler Medien in Fortbildungen erlernt zu haben (Eickelmann et al. 2022). Dieser Befund könnte darauf hindeuten, dass der Bedarf an digitalbezogenen Fortbildungen und das thematische Angebot nicht aufeinander abgestimmt sind (Eickelmann et al. 2019a). Auch Befunde aus der zweiten Folgebefragung des Deutschen Schulbarometers (Robert Bosch Stiftung 2021) stützen diese Annahme – hier zeigte sich, dass die befragten Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen den Fortbildungsbedarf im Umgang mit digitalen Lernformaten weiterhin als eine Verbesserung für die eigene Schule empfanden. In anderen Untersuchungen geben Gymnasiallehrkräfte in Onlineumfragen zudem an, dass sie bestehende digitalbezogene Fortbildungen nicht besuchten, da ihnen der Bezug zum Unterrichtsfach fehle (Schulze-Vorberg et al. 2021).

Ein wichtiger Bestandteil eines guten Fortbildungsangebotes sind daher Themen, die von Lehrkräften als relevant betrachtet werden. In diesem Kontext zeigen Arbeiten zu digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen, dass diese zumeist auf die Anwendung digitaler Medien, Tools und Plattformen sowie technisch grundlegende Kompetenzen ausgerichtet sind und weniger auf fachliche und didaktisch relevante Kompetenzbereiche (Engec et al. 2021; Diepolder et al. 2021; Schmidt-Hertha 2020). Allerdings benötigen Lehrkräfte neben einem tiefen technologischen Wissen auch technologiebezogenes fachliches, fachdidaktisches sowie pädagogisches Wissen, um digitale Medien zielführend und didaktisch sinnvoll im Unterricht einsetzen zu können (Mishra und Koehler 2006; Rubach und Lazarides 2023; SWK 2022). Angenommen werden könnte, dass die Teilnahme an Fortbildungen, die sowohl technologiebezogenes, fachliches sowie fachdidaktisches Wissen besprechen, von besonderer Bedeutung für die digitalbezogenen Kompetenzen und das digital gestützte Unterrichtshandeln von Lehrkräften sind. Zu dieser Annahme fehlen jedoch empirische Befunde. Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie die Bedeutung von Fortbildungen mit unterschiedlichen Themen für selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen von Lehrkräften sowie für den digital gestützten Einsatz digitaler Medien im Unterricht.

2.2 Effekte von Lehrkräftefortbildungen auf selbsteingeschätzte Kompetenzen und Unterrichtsqualität im Kontext digitaler Medien

Entsprechend des Modells von Kirkpatrick (1994) wird die Wirksamkeit von Lehrkräftefortbildungen anhand eines 5-Ebenen-Modells differenziert, wobei erfolgreiche Fortbildungen Veränderungen von Einschätzungen der teilnehmenden Lehrkräfte z. B. zur Relevanz und Nützlichkeit der Fortbildung (Ebene 1), von Aspekten der professionellen Kompetenz (Ebene 2), vom Unterrichtshandeln (Ebene 3), vom Lernen der Schülerinnen und Schüler (Ebene 4) sowie Veränderungen der Schulentwicklung (Ebene 5) bewirken können (Guskey 2000; Rzejak et al. 2020). Der Fokus der vorliegenden Studie liegt auf selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen, welche sich als Teilaspekt der professionellen Kompetenz in der zweiten Wirkungsebene von Fortbildungen einordnen lassen, sowie auf dem unterrichtlichen Handeln und die Qualität des Unterrichts unter der Nutzung digitaler Medien, was der dritten Wirkungsebene zuzuordnen ist. In Bezug auf den Studienfokus konzentrieren sich die im Folgenden dargestellten Studien auf digitalbezogene Fortbildungen und deren Zusammenhänge mit digital gestützter Unterrichtsqualität sowie mit selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen.

Es kann angenommen werden, dass eine Fortbildungsteilnahme zur Weiterentwicklung der digital gestützten Unterrichtsqualität von Lehrkräften beiträgt (Rzejak et al. 2020). Unter der Qualität des Unterrichts wird zumeist ein Unterricht verstanden, der durch ein unterstützendes Klima, ein angemessenes kognitives Anspruchsniveau und ein effektives Klassenmanagement charakterisiert ist (Klieme et al. 2009; Praetorius et al. 2018) – dies kann ebenso im Kontext digitaler Medien angenommen werden. Studien in diesem Bereich zeigen, dass ein Einsatz digitaler Medien, der zur Förderung der kognitiven Aktivierung beiträgt, einen positiven Effekt auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler hat (Fütterer et al. 2022; Stegmann 2020).

Des Weiteren konnten Hammer et al. (2021) in ihrer längsschnittlichen Untersuchung u. a. verdeutlichen, dass der unterrichtliche Einsatz von Tablets für die Wahrnehmung konstruktiver Unterstützung, insbesondere für unmotivierte Lernende der Sekundarstufe I förderlich ist. Eine digital gestützte Klassenführung kann durch die Nutzung von Lernmanagement-Systemen zur Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien gefördert werden (Rubach und Bonanati 2022). Allerdings existieren kaum Studien, die untersuchen, inwiefern die Fortbildungsteilnahme von Lehrkräften tatsächlich befördert, dass digitale Technologien zum Zweck der Verbesserung der Unterrichtsqualität eingesetzt werden. Als eine der wenigen Studien konnten Li et al. (2019) zeigen, dass Gymnasiallehrkräfte, die angaben, dass sich ihre Fähigkeiten im Einsatz digitaler Medien im Rahmen von digitalbezogenen Fortbildungen verbessert haben, auch eher dazu tendierten, digitale Medien zur Förderung der Schülerzentrierung im Unterricht einzusetzen. Weitere Studien zeigen jedoch lediglich Zusammenhänge zwischen der Teilnahme von Lehrkräften an allgemeinen digitalbezogenen Fortbildungen (Drossel et al. 2019) bzw. Fortbildungen zum Einsatz digitaler Medien für einen lernerzentrierten Unterricht (Bremer und Antony 2017) und der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien in schulischen Lehr- und Lernprozessen.

Kunter et al. (2011) beschreiben darüber hinaus in ihrem Modell zur Entwicklung professioneller Kompetenz, dass die Teilnahme an Fortbildungen zunächst auf die Kompetenzen von Lehrkräften wirkt, die dann wiederum ihr Unterrichtshandeln prägen. Allerdings wurde diese Mediationsannahme noch nicht im Bereich digitaler Technologien untersucht. Bereits bekannt ist, dass die Teilnahme an Lehrkräftefortbildungen mit selbsteingeschätzten professionellen digitalen Kompetenzen von Lehrkräften in Zusammenhang stehen (Mayer et al. 2021; Reinhold et al. 2021; Reinhold und Reiss 2020; Rodrigues 2020) und dass selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen mit dem selbstberichteten unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien korrelieren (Bremer und Antony 2017; Li et al. 2019; Lorenz und Eickelmann 2022; Quast et al. 2021; Rubach und Lazarides 2021). Professionelle digitale Kompetenzen lassen sich nach dem TPACK-Modell nach Mishra und Koehler (2006) als die Kombination der Wissensfacetten Technological Knowledge (TK), Pedagogical Knowledge (PK) und Content Knowledge (CK) definieren. Lehrkräfte benötigen entsprechend Wissen zu technologischen Möglichkeiten, um Unterrichtsinhalte zu vermitteln (Technological Content Knowledge, TCK), Wissen zum Einsatz von Technologien für pädagogisch-didaktische Lehr- und Lernmethoden (Technological Pedagogical Knowledge, TPK) sowie ein umfassendes Verständnis für das Zusammenspiel aller Wissensfacetten (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK). Jedoch gibt es bisher kaum Befunde, die sich mit der Frage befassen, inwiefern die Fortbildungsteilnahme über die Begünstigung selbsteingeschätzter digitaler Kompetenzen auf die digital gestützte Unterrichtsqualität wirkt. Eine Ausnahme stellen hier Runge et al. (2022) dar, die zeigen, dass die von den Lehrkräften selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen den Zusammenhang zwischen der selbstberichteten Teilnahme an digitalbezogenen Online- und Präsenzfortbildungen und dem selbstberichteten Einsatz digitaler Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung und Individualisierung vermitteln. Allerdings wird in der Studie ausschließlich die Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen betrachtet und kein Schwerpunkt auf die Themen der besuchten Fortbildungen gelegt.

3 Die vorliegende Studie

Bislang befassen sich Forschungsarbeiten nur vereinzelt mit Zusammenhängen zwischen digitalbezogenen Fortbildungen und selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (z. B. Mayer et al. 2021) bzw. digital gestützter Unterrichtsqualität (z. B. Runge et al. 2022). Zudem existieren bisher keine Untersuchungen zu den genannten Zusammenhängen und verschiedenen digitalbezogenen Fortbildungsthemen. Dieses Forschungsdesiderat wird in der vorliegenden Studie adressiert, indem unsere Studie die selbstberichtete Teilnahme von Lehrkräften an fünf verschiedenen digitalbezogenen Fortbildungsthemen untersucht. Die Fortbildungsthemen wurden für die Analysen in zwei Themenfelder unterteilt, um die Bedeutung von Fortbildungen mit vorwiegendem Technikbezug für digitalbezogene Kompetenzen („Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“) und technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Fortbildungen mit Bezug auf die digital gestützte Unterrichtsqualität vergleichen zu können („Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“). Im Fokus der Untersuchung steht somit der Vergleich der inhaltlichen Ausrichtung von zwei digitalbezogenen Fortbildungsthemenfeldern. Es handelt sich hierbei jedoch um eine theoriegeleitete, vage Einteilung der digitalbezogenen Fortbildungsthemen, die keine trennscharfe Kategorisierung darstellt.

In der vorliegenden Studie wird vor diesem Hintergrund den folgenden Forschungsfragen (FF) und Hypothesen (H) nachgegangen:

FF1 Welche Zusammenhänge bestehen zwischen der Fortbildungsteilnahme an spezifischen digitalbezogenen Fortbildungen und der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität?

H1a Es wird angenommen, dass die Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen mit einem technologischen Bezug positiv mit dem selbstberichteten Einsatz digitaler Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung zusammenhängt, wobei der Zusammenhang als eher schwach ausgeprägt eingeschätzt wird. Ausgangspunkt der Annahme ist, dass die digital gestützte Unterrichtspraxis im Rahmen von Fortbildungen insbesondere dann geschult wird, wenn unterrichtsbezogene Inhalte in Verbindung mit digitalen Medien vermittelt werden, die über rein technische Kenntnisse hinausgehen (Koschorreck und Gundermann 2020; Petko 2020).

H1b Es wird daher angenommen, dass die Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen mit einem technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Bezug positiv mit dem selbstberichteten Einsatz digitaler Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung zusammenhängt.

FF2 Inwieweit werden die Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an spezifischen digitalbezogenen Fortbildungen und der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität über die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen vermittelt?

H2 Auf Grundlage theoretischer Annahmen wie dem Systemischen Rahmenmodell von Unterrichtsqualität und -wirksamkeit (Reusser und Pauli 2010) sowie dem Modell zur Entwicklung professioneller Kompetenz (Kunter et al. 2011) und erster empirischer Befunde (Runge et al. 2022) wird angenommen, dass der Zusammenhang zwischen der Teilnahme an Lehrkräftefortbildungen zu unterrichtsbezogenen Themen im digitalen Kontext und dem selbstberichteten digital gestützten Unterrichtshandeln über die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte vermittelt wird.

4 Methode

4.1 Stichprobe

Die in der Studie genutzten Daten von 219 Lehrkräften (93 % weiblich) wurden Anfang des Jahres 2023 über eine Online-Befragung erhoben. Zur Akquirierung der Lehrkräfte wurde der Link zu der Online-Befragung über Schulnewsletter sowie Social-Media-Kanäle für Lehrkräfte geteilt. Aufgrund der Akquirierung von Lehrkräften über vorwiegend soziale Medien zu einem digitalbezogenen Thema kann von einer selektiven Stichprobe ausgegangen werden, da anzunehmen ist, dass insbesondere jene Lehrkräfte auf die Befragung aufmerksam geworden sind, die bereits Erfahrung und Affinität mit digitalen Medien aufweisen. Für die Analysen wurden nur jene Daten von der Gesamtstichprobe ($N=285$) genutzt, welche mindestens 70 % vollständige Angaben auf den Analysevariablen vorwiesen. Zudem wurden Referendarinnen und Referendare aus dem Datensatz ausgeschlossen, um den Fokus auf bereits tätige Lehrkräfte zu legen. Die Lehrkräfte waren zu 19 % unter 30 Jahren alt, zu 38 % zwischen 31 und 40 Jahren alt, zu 29 % zwischen 41 und 50 Jahren alt, zu 13 % zwischen 51 und 60 Jahren alt und zu 1 % älter als 61 Jahre. Hinsichtlich der Berufserfahrung gaben 27 % der Lehrkräfte an, bis 5 Jahre Erfahrung im Lehrberuf zu haben, 42 % gaben zwischen 6 und 15 Jahren Erfahrung an, 26 % gaben zwischen 16 und 25 Jahren Erfahrung an und 5 % der befragten Lehrkräfte gaben mehr als 26 Jahre Berufserfahrung an. Ungefähr ein Drittel (28 %) der Lehrkräfte arbeitete zum Befragungszeitpunkt an der Primarstufe und 72 % an den Sekundarstufen I und II. An der Befragung nahmen Lehrkräfte aus 15 deutschen Bundesländern teil, wobei die meisten Angaben (23 %) von Lehrkräften aus Nordrhein-Westfalen stammen und keine Daten von Lehrkräften aus Bremen vorliegen. Die am häufigsten angegebenen Unterrichtsfächer waren Deutsch (18 %), Mathematik (14 %) sowie Englisch (10 %). In den letzten zwei Jahren hatten die teilnehmenden Lehrkräfte im Durchschnitt 2,33 ($SD=2,96$) Präsenzfortbildungen und 4,25 Onlinefortbildungen ($SD=5,71$) zu digitalbezogenen Themen besucht.

4.2 Messinstrumente

Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen Um die Fortbildungsteilnahme zu erfassen, gaben die Lehrkräfte an, an welchen der fünf folgenden digitalbezogenen Fortbildungen nach Kammerl et al. (2016) sie in den letzten zwei Jahren zum Befragungszeitpunkt teilgenommen hatten (0 = keine Teilnahme, 1 = Teilnahme):

- Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten (z. B. auf einer Lernplattform oder in einer Cloud)
- Schülerdatenverwaltung (z. B. digitales Klassenbuch, Notenverwaltung) oder Schulverwaltungsprogramme (z. B. digitaler Stunden-/Vertretungsplan)
- Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern
- Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler (z. B. durch Binnendifferenzierung, individuelle Förderung etc.)
- Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien

Die Lehrkräfte konnten hierbei mehrere Fortbildungsthemen auswählen. Für die Analysen wurden die Fortbildungen in zwei Themenfelder eingeteilt, sodass die Themen „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“ dem technologischen Themenfeld zugeordnet wurden und die Themen „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ wurden dem technologisch-pädagogisch-inhaltlichem Themenfeld zugeordnet, da sie neben dem technologischen Aspekt auch die pädagogische und didaktische Nutzungsebene in den Blick nehmen. Die Zuordnung der Fortbildungsthemen orientierte sich anhand des TPACK-Modells nach Mishra und Koehler (2006).

Selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen Die Lehrkräfte schätzten ihr eigenes technologisch-pädagogisches Inhaltswissen (TPACK; Mishra und Koehler 2006) anhand von fünf Items nach Endberg und Lorenz (2016) ein, welche nach Schmidt et al. (2009) adaptiert wurden. Die Items werden im Anhang vollständig berichtet. Die fünfstufige Likert-Skala reicht von 1 = *stimme gar nicht zu* bis 5 = *stimme voll und ganz zu*. Die Skala weist eine gute Reliabilität von $\alpha = 0,89$ auf.

Digital gestützte Unterrichtsqualität Zur Erfassung der digital gestützten Unterrichtsqualität wurden zwei Subskalen zur Umsetzung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung eingesetzt, welche im Anhang mit allen Items vollständig berichtet werden. Auf der Skala zur digital gestützten kognitiven Aktivierung nach Rubach und Lazarides (2021) gaben die Lehrkräfte anhand von drei Items an, wie häufig sie digitale Medien zur Aktivierung des Vorwissens (Praetorius et al. 2018; Rubach und Lazarides 2021) sowie zum selbstständigen Entwickeln und Begründen von Lösungswegen durch die Schülerinnen und Schüler einsetzen (Rubach und Lazarides 2021). Die Reliabilität der Skala zur kognitiven Aktivierung liegt bei $\alpha = 0,89$. Für die Umsetzung einer digital gestützten konstruktiven Unterstützung wurde eine Skala von Rubach und Lazarides (2022) mit vier Items verwendet, durch die Strategien zur Lernprozessbegleitung, zu individuellen Rückmeldungen und zur

Unterstützung bei Verständnisschwierigkeiten (Dubberke et al. 2008; Rubach und Lazarides 2021) gemessen wurden. Die Skala der konstruktiven Unterstützung weist eine Reliabilität von $\alpha = 0,82$ auf. Bei beiden Subskalen war das Antwortformat eine fünfstufige Likert-Skala von 1 = In keiner Stunde bis 5 = In jeder Stunde.

Soziodemografische Angaben Das Geschlecht der Lehrkräfte wurde binär kodiert (0 = weiblich, 1 = männlich), da die dritte Antwortoption „divers“ nicht angegeben wurde. Die Berufserfahrung wurde anhand der folgenden vier Kategorien erfragt: bis 5 Jahre, 6 bis 15 Jahre, 16 bis 25 Jahre und mehr als 26 Jahre. Die Schulformen, an denen die Lehrkräfte tätig waren, wurden binär kodiert (0 = Primärstufe, 1 = Sekundärstufe).

4.3 Statistische Analysen

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurden zwei Pfadmodelle in Mplus 8.7 (Muthén und Muthén 2021) geschätzt, wobei im ersten Pfadmodell die technologischen Fortbildungsthemen („Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“) und im zweiten Pfadmodell die technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Fortbildungsthemen („Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“) als unabhängige Variablen aufgenommen wurden. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Themenfelder miteinander zu vergleichen. Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage, inwiefern die Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an spezifischen digitalbezogenen Fortbildungsthemen und der selbstberichteten digital gestützten Umsetzung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung über die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (TPACK) vermittelt werden, wurden indirekte Effekte geschätzt. In allen Pfadmodellen wurden die Kontrollvariablen Geschlecht, Alter sowie Schulform berücksichtigt.

Mittels Ausreißeranalyse in SPSS wurden die Daten auf das Vorkommen extremer Werte auf den Analysevariablen geprüft. Die Ergebnisse zeigen, dass untersuchte Variablen keine Ausreißer aufweisen. Die Prüfung der Schiefe (< 2) und Kurtosis (< 7) weist auf eine Normalverteilung der abhängigen Variablen hin (Curran et al. 1996). Der MCAR-Test (Missing Completely At Random) nach Little (1988) war nicht signifikant ($\chi^2(3) = 3,864, p = 0,28$), wobei die fehlenden Werte bei der Variable der kognitiven Aktivierung bei 0,9 %, bei der konstruktiven Unterstützung bei 0,5 % und bei den selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (TPACK) bei 0,1 % lagen. Es lagen also keine systematischen Verzerrungen der fehlenden Werte vor. Für den Umgang mit fehlenden Werten wurde das Full-Information-Maximum-Likelihood-Verfahren (FIML) verwendet (Schafer und Graham 2002) und alle Pfadanalysen wurden unter der Verwendung der Maximum-Likelihood-Schätzung mit robusten Standardfehlern (MLR) durchgeführt (Brown 2015). Zur Bewertung der Modellgüte wurden die folgenden Indikatoren verwendet: χ^2 -Wert, CFI (comparative fit index), RMSEA (root mean square of approximation) sowie SRMR (standardized root mean residual). CFI-Werte größer als 0,90, RMSEA- und SRMR-Werte kleiner als 0,08 wurden als Indikatoren für eine akzeptable Modellanpassung angenommen (Brown

2015; Hu und Bentler 1999). Die Varianzaufklärung der abhängigen Variablen wird in den Pfadmodellen anhand des R^2 -Gütemaß geschätzt. Aufgrund der inhaltlichen Nähe der fünf Fortbildungsthemen wurde vor der Durchführung der Pfadmodelle eine mögliche Multikollinearität unter den Fortbildungsthemen überprüft, welche jedoch ausgeschlossen wurde, da weder bedenkliche Korrelationskoeffizienten $>0,80$ (Field 2017) noch bedenkliche VIF-Werte $>0,10$ (Kutner 2005) bestanden. Um die Ausprägungen der in die Studie untersuchten Variablen einordnen zu können, werden Mittelwerte und Standardabweichungen für alle Variablen berechnet. Manifeste bivariate Pearson-Korrelationen wurden in SPSS durchgeführt, um die Zusammenhänge zwischen den einbezogenen Analysevariablen zu untersuchen.

5 Ergebnisse

5.1 Deskriptive Befunde

Die bivariaten Pearson-Korrelationen zwischen allen Analysevariablen sowie deskriptiven Statistiken sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Korrelationsanalysen zeigen, dass die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen der Lehrkräfte (TPACK) mit der Teilnahme an den digitalbezogenen Fortbildungen zu den Themen „Aktive Medienarbeit“, „Computergestützte Förderung“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ signifikant positiv zusammenhängen sowie mit der digital gestützten kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung. Hinsichtlich der digitalbezogenen Fortbildungen zeigte sich, dass Lehrkräfte, die Fortbildungen zu den Themen „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ besuchten, auch angaben, Fortbildungen zu „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“, „Schülerdatenverwaltung“, „Aktive Medienarbeit“ und „Computergestützte Förderung“ besucht zu haben. Zudem korrelierte die Teilnahme an den Themen „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“ positiv miteinander sowie die Teilnahme an Fortbildungen zur „Aktiven Medienarbeit“ und zur „Computergestützten Förderung“. Zuletzt waren die von den Lehrkräften berichtete digital gestützte kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung positiv korreliert mit den Fortbildungsthemen „Schülerdatenverwaltung“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“, wobei die konstruktive Unterstützung noch zusätzlich mit dem Thema „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ positiv assoziiert war. Signifikante Korrelationen des Geschlechts der Lehrkräfte zeigten sich ausschließlich mit den zwei Variablen zur digital gestützten Unterrichtsqualität. Das Alter der Lehrkräfte zeigte keine signifikanten Korrelationen mit den Analysevariablen. Die Schulform korrelierte signifikant positiv mit den selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (TPACK), den Fortbildungsthemen „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“ sowie mit der digital gestützten kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung. Signifikant negative Korrelationen der Schulform zeigten sich mit dem Fortbildungsthema „Aktive Medienarbeit“.

Tab. 1 Mittelwerte, Standardabweichungen und bivariate Pearson-Korrelationen

Variablen	<i>M</i>	<i>SD</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen (TPACK)	3,65	0,85	0,12	0,09	0,20**	0,22**	0,31***	0,49***	0,51***	0,01	0,10	0,15*
2 Thema: Verwendung von Dokumenten und Daten ¹	-	-	-	0,22***	0,13	0,20**	0,23***	0,12	0,14*	-0,04	0,11	0,16*
3 Thema: Schülerdatenverwaltung ²	-	-	-	-	-0,06	0,13	0,17**	0,17**	0,14*	0,03	0,10	0,16*
4 Thema: Aktive Medienarbeit ³	-	-	-	-	-	0,16*	0,25***	0,07	0,05	0,01	-0,01	-0,22***
5 Thema: Computergestützte Förderung ⁴	-	-	-	-	-	-	0,16*	0,14*	0,13*	-0,06	0,07	-0,08
6 Thema: Fachspezifische Unterrichtsentwicklung ⁵	-	-	-	-	-	-	-	0,21**	0,20**	0,02	0,04	0,11
7 Digital gestützte kognitive Aktivierung ⁶	2,32	0,94	-	-	-	-	-	-	0,61***	0,20**	0,03	0,38***
8 Digital gestützte konstruktive Unterstützung ⁷	2,49	0,85	-	-	-	-	-	-	-	0,15*	0,01	0,26***
9 Geschlecht ⁸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,13
10 Alter ⁹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,08
11 Schulform ¹⁰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

n = 219*M* Mittelwert, *SD* Standardabweichung**p* < 0,05, ***p* < 0,01, ****p* < 0,001

1 Thema „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten (z. B. auf einer Lernplattform oder in einer Cloud)“

2 Thema „Schülerdatenverwaltung (z. B. digitales Klassenbuch, Notenverwaltung) oder Schulverwaltungsprogramme (z. B. digitaler Stunden-/Vertretungsplan)“

3 Thema „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“

4 Thema „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler (z. B. durch Binnendifferenzierung, individuelle Förderung etc.)“

5 Thema „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“

6 Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung

7 Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur konstruktiven Unterstützung

8 Kodierung Geschlecht: 0 (weiblich) bzw. 1 (männlich)

9 Kodierung Alter: 1 (unter 30 Jahre), 2 (31 bis 40 Jahre), 3 (41 bis 50 Jahre), 4 (51 bis 60 Jahre), 5 (61 und älter)

10 Kodierung Schulform: 1 (Primarstufe) bzw. 2 (Sekundarstufen I + II)

Nicht in der Tab. 1 enthalten sind deskriptive Analysen zur Teilnahme an den verschiedenen digitalbezogenen Fortbildungen, die zeigen, dass ungefähr ein Viertel (24 %) der befragten Lehrkräfte angaben, in den letzten zwei Jahren Fortbildungen zum Thema „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ besucht zu haben. Ungefähr ein Drittel (37 %) gab an, Fortbildungen zum Thema „Schülerdatenverwaltung“ und zum Thema „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“ (34 %) besucht zu haben. Am häufigsten wurden von den Lehrkräften Fortbildungen zu den Themen „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ (46 %) und „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ (50 %) besucht.

5.2 Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen und digital gestützter Unterrichtsqualität

In einem ersten Pfadmodell wurde geprüft, inwiefern die Teilnahme an technologischen Fortbildungen mit dem lehrkräfteberichteten Einsatz digitaler Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualität zusammenhängen. Das Pfadmodell erzielte einen guten Model-Fit: $\chi^2 = 12,176$, $df = 6$, $CFI = 0,95$, $RMSEA = 0,07$ und $SRMR = 0,05$. Die Ergebnisse des Pfadmodells zeigen weder für das Thema „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ noch für das Thema „Schülerdatenverwaltung“ signifikante Zusammenhänge mit den digital gestützten Unterrichtsqualitätsdimensionen der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung. Das finale Pfadmodell klärt durch die einbezogene Variable der Schulform 17 % der Varianz des selbstberichteten Einsatzes digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung ($R^2 = 0,17$; $p = 0,001$) und 9 % der Varianz zur konstruktiven Unterstützung auf ($R^2 = 0,09$; $p = 0,006$).

Im zweiten Pfadmodell wurde geprüft, inwiefern technologisch-pädagogisch-inhaltliche Fortbildungsthemen mit der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität zusammenhängen. Der Model-Fit des Pfadmodells kann als gut eingeschätzt werden: $\chi^2 = 5,984$, $df = 5$, $CFI = 0,99$, $RMSEA = 0,03$ und $SRMR = 0,02$. Die Ergebnisse zeigen, dass Lehrkräfte, die angaben, Fortbildungen zu dem digitalbezogenen Thema „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ besucht zu haben, ebenfalls angaben, digitale Medien häufig zur kognitiven Aktivierung sowie zur konstruktiven Unterstützung einzusetzen. Lehrkräfte, die Fortbildungen zum Thema „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ besucht haben, gaben auch an, digitale Medien häufig zur konstruktiven Unterstützung im Unterricht einzusetzen. Keine signifikanten Zusammenhänge konnten zwischen der Teilnahme an Fortbildungen zum Thema „Aktive Medienarbeit“ und der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität festgestellt werden. Das zweite Pfadmodell klärt 22 % der Varianz der selbstberichteten digital gestützten kognitiven Aktivierung ($R^2 = 0,22$; $p < 0,001$) und 12 % der Varianz zur konstruktiven Unterstützung auf ($R^2 = 0,12$; $p = 0,002$). Die Ergebnisse des ersten und zweiten Pfadmodells sind in Tab. 2 aufgeführt.

Hinsichtlich der Schulform gaben Lehrkräfte der Sekundarstufen im Vergleich zu Lehrkräften der Primarstufe signifikant häufiger an, digitale Medien im Unterricht zur Förderung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung

Tab. 2 Pfadmodell für die selbstberichtete digital gestützte Unterrichtsqualität und der Teilnahme an digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen

	Kognitive Aktivierung ⁶		Konstruktive Unterstützung ⁷	
	β	S.E.	β	S.E.
<i>Hypothese 2a</i>				
<i>Themenblock 1: Technologische Fortbildungen</i>				
Thema: Dokumenten und Daten ¹	0,05	0,06	0,09	0,07
Thema: Schülerdatenverwaltung ²	0,10	0,07	0,08	0,07
Geschlecht ⁸	0,15	0,08	0,12	0,07
Alter ⁹	0,05	0,06	0,01	0,07
Schulform ¹⁰	0,34***	0,07	0,22**	0,07
<i>Hypothese 2b</i>				
<i>Themenblock 2: Technisch-pädagogisch-inhaltliche Fortbildungen</i>				
Thema: Aktive Medienarbeit ³	0,11	0,06	0,05	0,07
Thema: Computergestützte Förderung ⁴	0,14*	0,06	0,13*	0,06
Thema: Fachspezifischer Unterricht ⁵	0,11	0,06	0,14*	0,07
Geschlecht ⁸	0,15	0,08	0,12	0,07
Alter ⁹	0,05	0,06	0,02	0,06
Schulform ¹⁰	0,39***	0,07	0,24***	0,06
R ²	0,22***		0,12**	

$n = 219$

β Standardisierter Regressionskoeffizient, S.E. Standardfehler

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

¹ Thema „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten (z. B. auf einer Lernplattform oder in einer Cloud)“

² Thema „Schülerdatenverwaltung (z. B. digitales Klassenbuch, Notenverwaltung) oder Schulverwaltungsprogramme (z. B. digitaler Stunden-/Vertretungsplan)“

³ Thema „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“

⁴ Thema „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler (z. B. durch Binnendifferenzierung, individuelle Förderung etc.)“

⁵ Thema „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“

⁶ Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung

⁷ Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur konstruktiven Unterstützung

⁸ Kodierung Geschlecht: 0 (weiblich) bzw. 1 (männlich)

⁹ Kodierung Alter: 1 (unter 30 Jahre), 2 (31 bis 40 Jahre), 3 (41 bis 50 Jahre), 4 (51 bis 60 Jahre), 5 (61 und älter)

¹⁰ Kodierung Schulform: 1 (Primarstufe) bzw. 2 (Sekundarstufen I + II)

einzusetzen. Für das Geschlecht sowie für das Alter der Lehrkräfte konnten keine signifikanten Zusammenhänge mit den digital gestützten Unterrichtsqualitätsdimensionen aufgezeigt werden.

Im Vergleich beider Pfadmodelle weist das zweite Pfadmodell deskriptiv einen besseren Model-Fit sowie eine höhere Varianzaufklärung der Unterrichtsqualitätsdimensionen auf. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die hier untersuchten technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Fortbildungsthemen im Vergleich zu den

technologischen Fortbildungsthemen bedeutsamer für die Varianzaufklärung der Unterrichtsqualitätsdimensionen sind.

5.3 Indirekte Effekte spezifischer digitalbezogener Fortbildungsthemen auf digital gestützte Unterrichtsqualität

Das Pfadmodell mit indirekten Effekten ist in Abb. 1 visualisiert, wobei die standardisierten Koeffizienten in Tab. 3 aufgeführt sind. Der Model-Fit des Pfadmodells kann als gut eingeschätzt werden: $\chi^2 = 5,982$, $df = 5$, $CFI = 0,99$, $RMSEA = 0,03$ und $SRMR = 0,02$. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen zu den Themen „Aktive Medienarbeit“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ sowie „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ und der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung über die selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen von Lehrkräften (TPACK) vermittelt werden. Keine vermittelnden Effekte der selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen (TPACK) zeigten sich zwischen den Zusammenhängen der Teilnahme an den Fortbildungsthemen „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ sowie „Schülerdatenverwaltung“ und der lehrkräfteberichteten Häufigkeit des Einsatzes digitaler Medien zur Förderung der zwei Unterrichtsqualitätsdimensionen.

6 Diskussion

Mit voranschreitender Digitalisierung an den Schulen erfährt die Ausgestaltung digitalbezogener Professionalisierungsmaßnahmen von Lehrkräften zusätzliche Aufmerksamkeit (KMK 2021; SWK 2022). In diesem Zusammenhang wird zunehmend diskutiert, wie Lehrkräftefortbildungen zum Einsatz digitaler Medien erfolgreich ge-

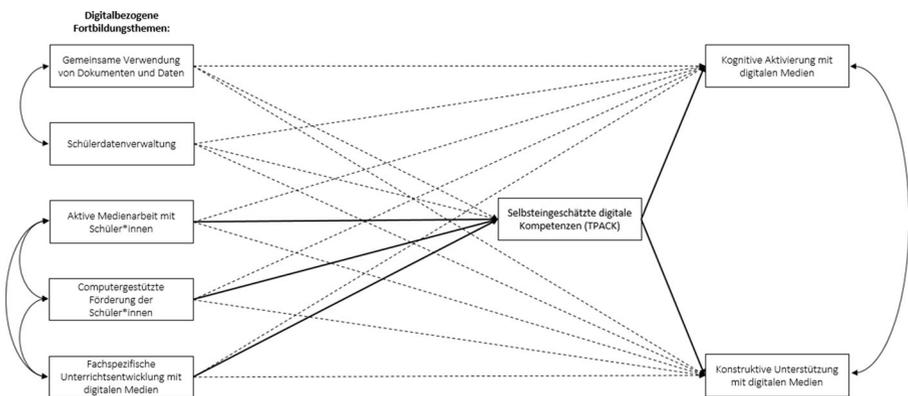


Abb. 1 Pfadmodell mit indirekten Effekten selbsteingeschätzter digitaler Kompetenzen (TPACK) für die Zusammenhänge zwischen selbstberichteter digital gestützter Unterrichtsqualität und der Teilnahme an digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen. (Eine durchgezogene Linie zeigt einen signifikanten Pfad an, wohingegen eine gepunktete Linie nicht-signifikante Pfade anzeigt. Doppelpfeile stellen Residualkorrelationen dar. Die standardisierten Pfadkoeffizienten sind in Tab. 3 enthalten)

Tab. 3 Indirekte Effekte untersuchter Zusammenhänge zwischen digitalbezogenen Fortbildungsthemen und selbstberichteter digital gestützter Unterrichtsqualität

Indirekte Effekte Selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen (TPACK)	Kognitive Aktivierung ⁶			Konstruktive Unterstützung ⁷				
	β_{ind}	S.E.	p	β_{ind}	S.E.	p	95 % CI	
<i>Hypothese 2</i>								
<i>Themenblock 1: Technologische Fortbildungen</i>								
Thema: Dokumenten und Daten ¹	0,04	0,03	0,238	[-0,023–0,093]	0,04	0,03	0,245	[-0,026–0,101]
Thema: Schülerdatenverwaltung ²	0,02	0,03	0,550	[-0,029–0,071]	0,02	0,03	0,550	[-0,041–0,076]
<i>Themenblock 2: Technologisch-pädagogisch-inhaltliche Fortbildungen</i>								
Thema: Aktive Medienarbeit ³	0,06	0,03	0,024	[0,008–0,119]	0,07	0,03	0,025	[0,009–0,131]
Thema: Computergestütz- te Förderung ⁴	0,07	0,03	0,007	[0,020–0,112]	0,08	0,03	0,007	[0,022–0,135]
Thema: Fachspezifischer Unterricht ⁵	0,10	0,03	0,002	[0,037–0,160]	0,11	0,03	0,001	[0,042–0,175]

n = 219

 β_{ind} Standardisierter Regressionskoeffizient für den indirekten Effekt, S.E. Standardfehler, p exakter p-Wert, 95 % CI 95 %-Konfidenzintervall des indirekten Effekts¹ Thema „Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten (z. B. auf einer Lernplattform oder in einer Cloud)“² Thema „Schülerdatenverwaltung (z. B. digitales Klassenbuch, Notenverwaltung) oder Schulverwaltungsprogramme (z. B. digitaler Stunden-/Vertretungsplan)“³ Thema „Aktive Medienarbeit mit Schülerinnen und Schülern“⁴ Thema „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler (z. B. durch Binnendifferenzierung, individuelle Förderung etc.)“⁵ Thema „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“⁶ Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung⁷ Lehrkräfteberichteter unterrichtlicher Einsatz digitaler Medien zur konstruktiven Unterstützung

staltet werden können (Schulze-Vorberg et al. 2021). Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Zusammenhänge zwischen technologischen („Gemeinsame Verwendung von Dokumenten und Daten“ und „Schülerdatenverwaltung“) und technologisch-pädagogisch-inhaltlichen („Aktive Medienarbeit“, „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“) Fortbildungsthemen zum Unterrichten mit digitalen Medien und den selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen von Lehrkräften (TPACK) sowie der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität.

6.1 Zusammenhänge zwischen der Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen und digital gestützter Unterrichtsqualität

Im Hinblick auf die erste Forschungsfrage zeigen die Ergebnisse, dass der lehrkräfteberichtete Einsatz digitaler Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung in unterrichtlichen Lehr- und Lernprozessen nicht mit dem Besuch von technologischen Fortbildungen (H1a), jedoch mit dem Besuch von Fortbildungen zu den Themen „Computergestützte Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ zusammenhängt (H1b). Die bessere Passung des zweiten Pfadmodells (H1b) auf die Daten im Vergleich zum ersten Pfadmodell (H1a) könnte ebenso darauf verweisen, dass die Berücksichtigung von unterrichtsbezogenen Inhalten im Rahmen von Lehrkräftefortbildungen im Kontext digitalbezogener Fortbildungen als relevanter angesehen werden kann als die Berücksichtigung von rein technologischen Fortbildungsinhalten. Dass insbesondere technologisch-pädagogisch-inhaltliche Fortbildungen sich für das Unterrichtshandeln als bedeutsam zeigen, lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass konkrete Unterrichtsstrategien erlernt werden, die aufgrund ihrer Praxisnähe den Transfer der Fortbildungsinhalte begünstigen können (Bonnes et al. 2022; Petko 2020; Wanitschek et al. 2020). Die vorliegenden Ergebnisse könnten Hinweise darauf geben, dass auch im Rahmen von digitalbezogenen Fortbildungen zur „Computergestützten Förderung der Schülerinnen und Schüler“ und „Fachspezifische Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ Unterrichtsstrategien von den Lehrkräften für den eigenen Unterricht adaptiert werden, die sich in der Unterrichtsqualität in der Dimension der kognitiven Aktivierung sowie konstruktiven Unterstützung niederschlagen. Entgegen unserer Annahme zeigen sich jedoch keine Zusammenhänge zwischen den Unterrichtsdimensionen und dem Fortbildungsthema „Aktive Medienarbeit“. Damit bestätigt sich Hypothese 1b nur teilweise. Die Befunde könnten darauf hinweisen, dass für den qualitätsvollen Einsatz digitaler Medien zur kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung im Unterricht der pädagogische und fachliche Bezug zur Förderung von Schülerinnen und Schülern in Fortbildungen bedeutender ist als das Lernen mit und über Medien wie im Thema „Aktive Medienarbeit“. Hinsichtlich der Teilnahme an technologischen digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen konnte in den Ergebnissen gezeigt werden, dass diese in keinem Zusammenhang mit der selbstberichteten digital gestützten Unterrichtsqualität stehen (H1a). Unter der Berücksichtigung der abstrakten Einteilung der Themenfelder könnten die Ergebnisse erste Hinweise darauf geben, dass im Vergleich zu den technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Fortbildungen technologische

Fortbildungen eine geringere Bedeutung für das qualitätsvolle Unterrichtshandeln mit digitalen Medien haben. In den Pfadanalysen zeigte die Kontrollvariable der Schulform starke Zusammenhänge mit der digital gestützten Unterrichtsqualität und zwar dahingehend, dass Lehrkräfte der Sekundarstufen I und II im Vergleich zu Lehrkräften der Primarstufe angaben, häufiger digitale Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung einzusetzen. Dieses Ergebnis könnte die Bedeutung schulischer Rahmenbedingungen als Voraussetzung für den Einsatz digitaler Medien zum Lehren und Lernen unterstreichen (Eickelmann et al. 2019b). Des Weiteren könnte angenommen werden, dass sich die Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen von Lehrkräften an Primar- und Sekundarstufen unterscheidet.

Bezüglich der zweiten Forschungsfrage stützen die Ergebnisse die theoretischen Vorannahmen (Kunter et al. 2011; Reusser und Pauli 2010), dass selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen (TPACK) die Zusammenhänge zwischen digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen und der digital gestützten kognitiven Aktivierung sowie konstruktiven Unterstützung vermitteln (H2). Runge et al. (2022) konnten bereits zeigen, dass selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen (TPACK) die Zusammenhänge zwischen Fortbildungsteilnahme und Unterrichtsqualität im Kontext digitaler Medien vermitteln und die vorliegenden Ergebnisse ergänzen diese Befunde durch die Betrachtung verschiedener spezifischer digitalbezogener Fortbildungsthemen. In weiterführenden Studien wäre es nun von Bedeutung, die Mediationseffekte mit längsschnittlichen Daten zu überprüfen, um entsprechende Entwicklungsprozesse von selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen sowie dem Einsatz digitaler Medien nach der Teilnahme an digitalbezogenen Fortbildungen aufzeigen zu können.

6.2 Limitationen

Aufgrund des Querschnittsdesigns der Studie muss darauf hingewiesen werden, dass ausschließlich signifikante Zusammenhänge, aber keine kausalen Effekte festgestellt werden konnten. Zukünftig sind Längsschnittstudien nötig, um zu untersuchen, ob besonders kompetente Lehrkräfte, die digitale Medien zur Steigerung der Unterrichtsqualität nutzen, häufig spezifische Fortbildungen besuchen (Fütterer et al. 2023) – oder ob die Teilnahme an Fortbildungen die Kompetenzen von Lehrkräften und ein qualitativvolles digitalgestütztes Unterrichtshandeln begünstigt. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass die Lehrkräfte nur eine vorgegebene Auswahl an Fortbildungsthemen hatten, die sie angeben konnten, sodass sich die Ergebnisse auf diese fünf Fortbildungsthemen beschränken. Zu den digitalbezogenen Fortbildungen sind außerdem ausschließlich die Themen bekannt und keine weiteren gestalterischen Hinweise bezüglich der Erfolgskriterien von Fortbildungen (Rzejak et al. 2020), sodass keine Rückschlüsse auf die (wahrgenommene) Wirksamkeit der besuchten Fortbildungen gezogen werden können. Die Einteilung der Fortbildungsthemen in ein technologisches Themenfeld und in ein technologisch-pädagogisch-inhaltliches Themenfeld orientiert sich am TPACK-Modells, jedoch muss berücksichtigt werden, dass aufgrund der fehlenden Informationen zu einzelnen Fortbildungen die Zuordnung der einzelnen Fortbildungsthemen den einzelnen TPACK-Facetten eventuell nicht passgenau ist. Zudem wurden die Themenbereiche

aus dem Länderindikator 2016 genutzt, durch die pandemiebedingten Schulschließungen sind eventuell neue Themen hinzugekommen, die in den im Jahr 2016 festgelegten Themen noch nicht enthalten waren. Obgleich Zusammenhänge zwischen der Fortbildungsteilnahme, selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen und digital gestützter Unterrichtsqualität untersucht wurden, wurden diese Konstrukte unabhängig voneinander erhoben, sodass keine Angaben der Lehrkräfte vorliegen, wie beispielsweise die eigenen digitalen Kompetenzen nach dem Besuch einer spezifischen digitalbezogenen Fortbildung eingeschätzt wurden. Die digital gestützte Unterrichtsqualität wurde im Rahmen der Studie über Selbstberichte der Lehrkräfte ohne weitere Angaben zur Unterrichtsgestaltung, wie beispielsweise das Dokumentieren des Einsatzes digitaler Medien in Unterrichtsstunden (Backfisch et al. 2021), erhoben. Daher lässt sich nicht ausschließen, dass die Lehrkräfte ihren Einsatz digitaler Medien zur Förderung der kognitiven Aktivierung sowie konstruktiven Unterstützung möglicherweise retrospektiv über- oder unterschätzt haben können. Die selektive Stichprobe der Studie stellt eine Limitation dar, da die teilgenommenen Lehrkräfte vorrangig über Social-Media-Kanäle akquiriert wurden, woraus geschlossen werden kann, dass diese Lehrkräfte gegebenenfalls bereits eine gewisse Affinität zu digitalen Medien besitzen und auch davon ausgegangen werden kann, dass diese Lehrkräfte häufiger themenrelevante Fortbildungen besucht haben. Zukünftige Studien sollten daher anstreben, Daten repräsentativer Zufallsstichproben zu untersuchen. Jedoch kann aufgrund fehlender Vergleichswerte auch in Large-Scale-Studien wie der ICILS-Studie mit repräsentativen Stichproben nicht vollständig geklärt werden, ob möglicherweise vor allem jene Lehrkräfte teilnehmen, die eine Affinität zum digitalbezogenen Studieninhalt aufweisen (Eickelmann et al. 2019a, S. 62). Zuletzt muss eine mögliche Verzerrung der Stichprobe berücksichtigt werden, da diese sich zu 93 % aus Lehrkräften zusammensetzt, die angaben, weiblich zu sein, sodass Angaben dieser Personengruppe in der Studie dominieren.

6.3 Praktische Implikationen für die Lehrkräftebildung

Die Professionalisierung von Lehrkräften für eine effektive Integration digitaler Medien im Beruf und spezifisch im Unterricht gilt aktuell als eine zentrale Aufgabe in der Lehrkräftebildung (KMK 2021; Petko 2020; SWK 2022). Die vorliegende Studie ermöglicht in diesem Zusammenhang einen ersten differenzierten Blick auf verschiedene Themen digitalbezogener Lehrkräftefortbildungen. Insbesondere der Besuch von Fortbildungen zur „Computergestützten Förderung der Schülerinnen und Schüler“ sowie zur „Fachspezifischen Unterrichtsentwicklung mit digitalen Medien“ war in unserer Studie von Bedeutung für den Einsatz digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualität. Für die Konzeption von digitalbezogenen Fortbildungen könnte sich daraus ableiten lassen, dass der Einsatz digitaler Medien systematisch mit konkreten pädagogischen Unterrichtsstrategien vermittelt werden sollte, um den Lehrkräften einen schnellen Transfer der Fortbildungsinhalte in den eigenen Unterricht, genauer die Nutzung von Medien zur kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung, zu gewährleisten. Darüber hinaus unterstreichen unsere Ergebnisse die vermittelnde Bedeutung der selbsteingeschätzten digitalen Kompetenzen von Lehrkräften, woraus sich als Handlungsempfehlung ableiten lässt,

diese Selbsteinschätzungen und verschiedene Facetten solcher Selbsteinschätzungen (Rubach und Lazarides 2023) im Verlauf einer digitalbezogenen Fortbildung durch die Fortbildnerinnen und Fortbildner konsequent zu evaluieren und zu stärken. Im Rahmen der Studie können jedoch nur vorsichtig Implikationen abgeleitet werden, da längsschnittliche Untersuchungen nötig sind, um über die Wirksamkeit von digitalbezogenen Lehrkräftefortbildungen mit technologischen sowie technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Bezügen für das digital gestützte Unterrichtshandeln von Lehrkräften Aussagen zu treffen.

Zusatzmaterial online Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s11618-024-01227-6>) enthalten.

Förderung Diese Arbeit entstand im Rahmen des Graduiertenprogramms „DiCTaT – Digital Competencies for Teachers and Trainers“ (2021–2023) an der Universität Potsdam.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Interessenkonflikt I. Runge, K. Scheiter, C. Rubach, D. Richter und R. Lazarides geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Alt, D. (2018). Science teachers' conceptions of teaching and learning, ICT efficacy, ICT professional development and ICT practices enacted in their classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 73, 141–150. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.020>.
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: a matter of utility! *Computers & Education*, 166, 104159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>.
- Bonnes, C., Wahl, J., & Lachner, A. (2022). Herausforderungen für die Lehrkräftefortbildung vor dem Hintergrund der digitalen Transformation – Perspektiven der Erwachsenen- und Weiterbildung. *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung*, 45(1), 133–149. <https://doi.org/10.1007/s40955-022-00212-y>.
- Bremer, C., & Antony, I. (2017). Einsatz digitaler Medien für den lernerzentrierten Unterricht: Konzeption und Evaluation der Lehrerfortbildung „Lernkompetenz entwickeln, individuell fördern“. In C. Igel (Hrsg.), *Bildungsräume. Proceedings der 25. Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft* (S. 220–231). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:16148>.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: Guilford.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16–29. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.16>.

- Daschner, P., & Hanisch, R. (2019). *Lehrkräftefortbildung in Deutschland: Bestandsaufnahme und Orientierung: ein Projekt des Deutschen Vereins zur Förderung der Lehrerinnen- und Lehrerfortbildung eV (DVLfB)*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Diepolder, C., Weitzel, H., Huwer, J., & Lukas, S. (2021). Verfügbarkeit und Zielsetzungen digitalisierungsbezogener Lehrkräftefortbildungen für naturwissenschaftliche Lehrkräfte in Deutschland. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27(1), 203–214. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-01034-1>.
- Drossel, K., Eickelmann, B., Schaumburg, H., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg & M. Senkbeil (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 205–240). Münster: Waxmann.
- Dubberke, T., Kunter, M., McElvany, N., Brunner, M., & Baumert, J. (2008). Lerntheoretische Überzeugungen von Mathematiklehrkräften. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22(34), 193–206. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.22.34.193>.
- Eickelmann, B., & Drossel, K. (2020). Lehrer*innenbildung und Digitalisierung – Konzepte und Entwicklungsperspektiven. In I. v. Ackeren, H. Bremer, F. Kessl, H. C. Koller, N. Pfaff, C. Rotter, D. Klein & U. Salaschek (Hrsg.), *Bewegungen – Beiträge zum 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft* (S. 57–82). Opladen: Barbara Budrich.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., & Vahrenhold, J. (2019a). *ICILS 2018 #Deutschland – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann.
- Eickelmann, B., Drossel, K., & Port, S. (2019b). Was bedeutet die Digitalisierung für die Lehrerfortbildung? – Ausgangslage und Perspektiven. In R. Koerber & B. Groot-Wilken (Hrsg.), *Nachhaltige Professionalisierung für Lehrerinnen und Lehrer: Ideen, Entwicklungen, Konzepte* (S. 57–82). Bielefeld: wbv media.
- Eickelmann, B., Lorenz, R., Endberg, M., & Domke, M. (2022). Digitalisierungsbezogene Fortbildung und professionelle Lerngelegenheiten von Lehrpersonen der Sekundarstufe I in Deutschland und im Bundesländervergleich. In R. Lorenz, S. Yotyodying, B. Eickelmann & M. Endberg (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2021. Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017* (S. 187–210). Münster: Waxmann.
- Endberg, M. (2019). *Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung*. Münster: Waxmann.
- Endberg, M., & Lorenz, R. (2016). Selbsteinschätzung medienbezogener Kompetenzen von Lehrkräften in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 180–208). Münster: Waxmann.
- Endberg, M., Engec, L.-I., & Van Ackeren, I. (2021). Optimierung* durch Fortbildung und Unterstützung für Schulen?! Modellvorschlag zu Unterstützungsleistungen für Schulentwicklung im Kontext der Digitalisierung und erste Ergebnisse des Projekts ForUSE-digi für Nordrhein-Westfalen. *Medien-Pädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 42, 108–133. <https://doi.org/10.21240/mpaed/42/2021.04.07.X>.
- Engec, L.-I., Endberg, M., & van Ackeren, I. (2021). *Expertise zur Situation der Fortbildungs- und Unterstützungssysteme für Schulentwicklung im Kontext der Digitalisierung in Deutschland*. Bundesweite Ergebnisse und grundlegende Einschätzungen aus dem Forschungsprojekt „ForUSE-digi“ im Rahmen des Metavorhabens „Digitalisierung im Bildungsbereich“. Reihe: ForUSE-digi. Essen: Universität Duisburg-Essen. <https://doi.org/10.17185/duexpublico/75251>.
- Field, A. (2017). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5. Aufl.). London: SAGE.
- Fütterer, T., Scheiter, K., Cheng, X., & Stürmer, K. (2022). Quality beats frequency? Investigating students' effort in learning when introducing technology in classrooms. *Contemporary Educational Psychology*, 69, 102042. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102042>.
- Fütterer, T., Scherer, R., Scheiter, K., Stürmer, K., & Lachner, A. (2023). Will, skills, or conscientiousness: what predicts teachers' intentions to participate in technology-related professional development? *Computers & Education*, 198, 104756. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104756>.

- Gerick, J., Eickelmann, B., & Labusch, A. (2019). Schulische Prozesse als Lern- und Lehrbedingungen in den ICILS-2018-Teilnehmerländern. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (S. 173–203). Münster: Waxmann.
- Guskey, T.R. (2000). *Evaluating professional development*. Thousand Oaks: Corwin.
- Hammer, M., Göllner, R., Scheiter, K., Fauth, B., & Stürmer, K. (2021). For whom do tablets make a difference? Examining student profiles and perceptions of instruction with tablets. *Computers & Education*, 166, 104147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104147>.
- Hu, L., & Bentler, P.M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Kammerl, R., Lorenz, R., & Endberg, M. (2016). Medienbezogene Fortbildungsaktivitäten von Lehrkräften in Deutschland und im Bundesländervergleich. In W. Bos, R. Lorenz, M. Endberg, B. Eickelmann, R. Kammerl & S. Welling (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2016. Kompetenzen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I im Umgang mit digitalen Medien im Bundesländervergleich* (S. 209–235). Münster: Waxmann.
- Kirkpatrick, D.L. (1994). *Evaluating training programs. The four levels*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009). The pythagoras study: investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 137–160). Münster: Waxmann.
- Koschorreck, J., & Gundermann, A. (2020). Die Implikationen der Digitalisierung für das Lehrpersonal in der Erwachsenen- und Weiterbildung: Ein Review ausgewählter empirischer Ergebnisse und weiterer theoriebildender Literatur. In A. Wilmers, C. Anda, C. Keller & M. Rittberger (Hrsg.), *Bildung im digitalen Wandel: Die Bedeutung für das pädagogische Personal und für die Aus- und Fortbildung* (S. 159–193). Münster: Waxmann.
- Kunter, M., Kleickmann, T., Klusmann, U., & Richter, D. (2011). Die Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 55–68). Münster: Waxmann.
- Kutner, M.H. (2005). *Applied linear statistical models*. Boston: McGraw-Hill Irwin.
- Li, Y., Garza, V., Keicher, A., & Popov, V. (2019). Predicting high school teacher use of technology: pedagogical beliefs, technological beliefs and attitudes, and teacher training. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 501–518. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9355-2>.
- Little, R.J.A. (1988). A test of missing completely at random for multivariate data with missing values. *Journal of the American Statistical Association*, 83, 1198–1202. <https://doi.org/10.2307/2290157>.
- Lorenz, R., & Eickelmann, B. (2022). Nutzung digitaler Medien im Unterricht der Sekundarstufe I und Nutzungsbedingungen im Trendvergleich von 2017 und 2021. *Schule digital – der Länderindikator*. In R. Lorenz, S. Yotyodying, B. Eickelmann & M. Endberg (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2021. Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017* (S. 63–88). Münster: Waxmann.
- Mayer, P., Watzka, B., & Girwidz, R. (2021). Fortbildung zur Steigerung des Akzeptanzverhaltens gegenüber Multimediaanwendungen im Physikunterricht. *PhyDid A*, 1(20), 26–39.
- Mishra, P., & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(8), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2021). *Mplus version 8.7*. 1998–2021
- Petko, D. (2020). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Weinheim: Beltz.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>.
- Quast, J., Rubach, C., & Lazarides, R. (2021). Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen und Wertüberzeugungen. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 11, 309–341. <https://doi.org/10.1007/s35834-021-00313-7>

- 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. Schmeineck (Hrsg.), *Bildung, Schule und Digitalisierung* (S. 96–102). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830992462>.
- Reinhold, F., Strohmaier, A., Finger-Collazos, Z., & Reiss, K. (2021). Considering teachers' beliefs, motivation, and emotions regarding teaching mathematics with digital tools: the effect of an in-service teacher training. *Frontiers in Education*, 6, 723869. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.723869>.
- Reusser, K., & Pauli, C. (2010). Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht: Einleitung und Überblick. In K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität – Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht* (S. 9–32). Münster: Waxmann.
- Richter, E., & Richter, D. (2020). Fort- und Weiterbildung von Lehrpersonen. In C. Cramer, M. Rothland, J. König & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 345–353). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Robert Bosch Stiftung (2021). *Das Deutsche Schulbarometer Spezial: Zweite Folgebefragung. Ergebnisse einer Befragung von Lehrerinnen und Lehrern an allgemeinbildenden Schulen im Auftrag der Robert Bosch Stiftung in Kooperation mit der ZEIT*. Stuttgart: Robert Bosch Stiftung.
- Rodrigues, A. L. (2020). Digital technologies integration in teacher education: the active teacher training model. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 16(3), 24–33. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135273>.
- Rubach, C., & Bonanati, S. (2022). Eine Beschreibung zur Gestaltung des Distanzunterrichts anhand von Sicht- und Tiefenstrukturen: Lehrende berichten über Potenzial und Herausforderungen. In C. Rubach & S. Bonanati (Hrsg.), *Vom Klassenzimmer ins Kinderzimmer – Lernerfahrungen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen schulischer Bildungsprozesse im digitalen Raum* (S. 122–129). Landau: Empirische Pädagogik.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021). Addressing 21st-century digital skills in schools—Development and validation of an instrument to measure teachers' basic ICT competence beliefs. *Computers in Human Behavior*, 118, 106636. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106636>.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2022). Bedingungen für die Umsetzung motivationsförderlicher Unterrichtsstrategien durch digitale Medien. In R. Lazarides & D. Raufelder (Hrsg.), *Motivation in unterrichtlichen fachbezogenen Lehr-Lernkontexten: Perspektiven aus Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktiken* (S. 427–453). Wiesbaden: Springer.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2023). A systematic review of research examining teachers' competence-related beliefs about ICT use: frameworks and related measures. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Bildung für eine digitale Zukunft*. Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_8.
- Runge, I., Lazarides, R., Rubach, C., & Richter, D. (2022). Unterrichtsqualität und digitale Medien: Welche Bedeutung haben Lehrkräftefortbildung und -kooperation sowie motivationale Überzeugungen? In C. Rubach & S. Bonanati (Hrsg.), *Vom Klassenzimmer ins Kinderzimmer – Lernerfahrungen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen schulischer Bildungsprozesse im digitalen Raum* (S. 165–184). Landau: Empirische Pädagogik.
- Rzejak, D., Lipowsky, F., & Bleck, V. (2020). Synopse bedeutsamer Merkmale von Lehrkräftefortbildungen. Wirkungsebenen und konzeptionelle Aspekte. *Journal für LehrerInnenbildung*, 20(4), 18–30. <https://doi.org/10.35468/jlb-04-2020>.
- Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological Methods*, 7, 147–177. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.7.2.147>.
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>.
- Schmid, M., & Petko, D. (2020). Technological Pedagogical Content Knowledge' als Leitmodell medienpädagogischer Kompetenz. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.04.28.X>.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): the development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 24(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>.
- Schmidt-Hertha, B. (2020). Vermittlung medienpädagogischer Kompetenz in der Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66(2), 191–207. <https://doi.org/10.25656/01:25791>.

- Schulze-Vorberg, L., Krille, C., Fabriz, S., & Horz, H. (2021). Hinweise und Empfehlungen für die Konzeption von Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1113–1142. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01046-z>.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK] (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Ergänzung zur Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf.
- Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz [SWK] (2022). *Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule*. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). <https://doi.org/10.25656/01:25273>.
- Stegmann, K. (2020). Effekte digitalen Lernens auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule. Eine Integration metaanalytischer Befunde. *Zeitschrift für Pädagogik*, 66(2), 174–190. <https://doi.org/10.25656/01:25790>.
- Sunder, C., Todorova, M., & Möller, K. (2015). Professionelle Unterrichtswahrnehmung angehender Lehrkräfte durch den Einsatz von Videos fördern. In H. J. Fischer, H. Giest & K. Michalik (Hrsg.), *Bildung im und durch Sachunterricht* (S. 217–222). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Wanitschek, I., Katschnig, T., Auferbauer, M., & Prorok, J. (2020). Die Wirksamkeit von Lehrer*innenfortbildung aus der Sicht der Fortbildner*innen. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 3(1), 739–760. <https://doi.org/10.4119/hlz-3505>.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.