

Digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Philosophie

(Dr. phil.)

genehmigt durch die

Fakultät für Humanwissenschaften

der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

von M.A. Jennifer Rahden (geb. Quast)

geb. am 01.02.1996 in Schmalkalden

Gutachterin: Prof.in Dr.in Raphaela Porsch

Gutachter: Prof. Dr. Robert W. Jahn

Eingereicht am: 16.07.2024

Verteidigung der Dissertation am: 04.02.2025

It's in the hardest times we grow the most.

– A Day To Remember

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	3
2.1 Begriffsdefinitionen.....	3
2.1.1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen.....	4
2.1.2 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung	9
2.1.3 Zusammenfassung des Kapitels	15
2.2 Theoretische Modelle und Ansätze	16
2.2.1 Erwartungs-Wert-Theorie.....	17
2.2.2 Will, Skill, Tool-Modell.....	18
2.2.3 Zusammenfassung des Kapitels	20
3 Forschungsstand	20
3.1 Digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften.....	21
3.1.1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften	21
3.1.2 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften	24
3.1.3 Unterschiede in digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den Phasen der Lehrkräftebildung.....	28
3.1.4 Profile digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte	30
3.1.5 Zusammenfassung des Kapitels	33
3.2 Zusammenhänge von digitalen Kompetenzüberzeugungen und individuellen Faktoren.....	34
3.2.1 Soziodemographische Merkmale	34
3.2.2 Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht	39
3.2.3 Nutzung digitaler Technologien im außerschulischen Alltag	41
3.2.4 Nutzung digitaler Technologien im beruflichen Alltag.....	42
3.2.5 Zusammenfassung des Kapitels	44
3.3 Zusammenhänge von digitalen Kompetenzüberzeugungen und Kontextfaktoren	45
3.3.1 Technische Schulausstattung.....	45
3.3.2 Unterstützung seitens der Schule.....	46
3.3.3 Schulart.....	48
3.3.4 Zusammenfassung des Kapitels	50
4 Forschungsdesiderate und Ziele der eigenen Studien.....	50
5 Stichprobenbeschreibung	53

6 Zusammenfassung der Studien.....	56
6.1 Studie I: Exploring the Link Between Basic ICT Competence Beliefs and Technology Use: Implications for the New Agenda of Technology-Related Teacher Education.....	56
6.1.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen	56
6.1.2 Methode.....	57
6.1.3 Ergebnisse und Diskussion.....	58
6.2 Studie II: Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen und Wertüberzeugungen.....	60
6.2.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen	60
6.2.2 Methode.....	62
6.2.3 Ergebnisse und Diskussion.....	63
6.3 Studie III: Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework.....	65
6.3.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen	65
6.3.2 Methode.....	66
6.3.3 Ergebnisse und Diskussion.....	67
6.4 Studie IV: Competence beliefs using technology in school and teaching - How can we use variance and covariance to identify teachers' profiles?.....	69
6.4.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen	69
6.4.2 Methode.....	70
6.4.3 Ergebnisse und Diskussion.....	71
7 Zusammenfassende Diskussion.....	73
7.1 Zusammenfassung und Diskussion zentraler empirischer Befunde	73
7.2 Limitationen und Implikationen für anschließende Forschung.....	84
7.3 Implikationen für die Praxis	86
7.4 Fazit.....	87
Literaturverzeichnis.....	89
Anhang	
Anhang A – Das Kompetenzmodell der KMK (2017) „Bildung in der digitalen Welt“.....	
Anhang B – Überblick über genutzte Instrumente in der vorliegenden Arbeit.....	
Anhang C – Studie I.....	
Anhang D – Studie II.....	
Anhang E – Studie III.....	
Anhang F – Studie IV.....	
Ehrenerklärung	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Grundlegende digitale Kompetenzen nach dem KMK-Modell "Bildung in der digitalen Welt" (KMK, 2017).....	8
---	---

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Der DigComp Kompetenzrahmen. Quelle: Vuorikari et al. (2022), S. 7.....	6
Abbildung 2. Das TPACK Modell und seine Wissenskomponenten. Eigene Darstellung (übersetzt) nach Mishra & Koehler (2006), S. 63.	11
Abbildung 3. Der DigCompEdu Kompetenzrahmen. Quelle: Redecker & Punie (2017a), S. 6.....	12
Abbildung 4. Das UNESCO ICT CFT Rahmenmodell. Quelle: UNESCO (2018), S. 10.	13
Abbildung 5. Erwartungs-Wert-Modell. Eigene Darstellung (übersetzt) nach Eccles et al. (1983), S. 80.....	17

1 Einleitung

Digitale Technologien haben in den vergangenen Jahren zunehmend Einzug in das Leben und den Alltag vieler Menschen gefunden: Während 2003 noch 10,7 Prozent der Haushalte über mindestens einen Laptop oder ein Tablet verfügten, waren es 2018 bereits 81,2 Prozent und im Jahr 2022 schließlich 85,2 Prozent. Ebenso gab es beim Internetzugang einen beträchtlichen Anstieg von 46,0 Prozent der Haushalte, die über einen Internetzugang verfügen, im Jahr 2003 auf 92,7 Prozent im Jahr 2018 und schließlich auf 95,5 Prozent im Jahr 2022 (Statistisches Bundesamt, 2022). Diese zunehmende Digitalisierung¹ führt zu neuen Herausforderungen im persönlichen, gesellschaftlichen sowie beruflichen Alltag. Um diesen Herausforderungen kompetent zu begegnen, müssen Bürger*innen in der Lage sein, digitale Technologien zweckgebunden und verantwortungsbewusst zu nutzen – sie benötigen also entsprechende digitale Kompetenzen. Doch Bürger*innen müssen sich darüber hinaus auch dazu in der Lage fühlen, digitale Technologien zweckgebunden und verantwortungsbewusst zu nutzen. Das heißt, sie benötigen neben digitalen Kompetenzen auch die Überzeugung, über diese Kompetenzen zu verfügen, um sich in einer zunehmend digitalisierten Welt zu bewegen (Europäische Kommission, 2019).

Die Schule nimmt hierbei eine besondere Schlüsselfunktion ein. Ihre Aufgabe ist es, Kinder und Jugendliche auf das gesellschaftliche Leben vorzubereiten. Dies bedeutet auch, sie durch die Integration digitaler Medien in den schulischen Alltag auf das Leben in einer durch die Digitalisierung geprägten Gesellschaft vorzubereiten (Lorenz & Endberg, 2019). So haben auch digitale Technologien in den vergangenen Jahren vermehrt Einzug in den schulischen Alltag gefunden: Die Ergebnisse der PISA-Studie 2022 zeigen, dass die Zahl an Laptops und Tablets pro Schüler*in im Jahr 2015 noch bei 0,10 lag, sich bis 2018 jedoch auf 0,17 erhöhte (Lewalter et al., 2023). Im Jahr 2022 liegt die Anzahl an stationären Computern und Laptops dann bei 0,57 pro Schüler*in und die Anzahl von Tablets und E-Readern bei 0,56 pro Schüler*in (Lewalter et al., 2023)². Auch die Befunde der ICILS-Studien bestätigen dieses Bild: 2013 lag das Schüler*in-Computer-Verhältnis noch bei 11,5:1 (Gerick et al., 2014) und im Jahr 2018 schließlich bei 9,7:1 (Eickelmann, Gerick et al., 2019).

Neben den Schüler*innen haben jedoch auch vermehrt Lehrkräfte Zugriff auf digitale Technologien für ihren Unterricht: So hat sich die Anzahl an Computern mit Internetanschluss für Lehrkräfte in Deutschland von 0,36 pro Lehrkraft im Jahr 2015 auf 0,82 im Jahr 2022 erhöht (Lewalter et al., 2023). Auch hinsichtlich der Verfügbarkeit von WLAN in der Schule lässt sich ein ähnliches Bild zeichnen: Im Rahmen der ICILS-Studie 2018 zeigte sich, dass 26,2 Prozent der Schüler*innen eine Schule

¹ Unter dem Begriff „Digitalisierung“ wird im Folgenden in Anlehnung an Porsch (2021) ein alle Lebensbereiche betreffender Veränderungsprozess verstanden, der sich durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ergibt, wobei sich die vorliegende Arbeit im Besonderen auf die Veränderung von Bildung und Bildungseinrichtungen bezieht.

² Seit 2022 unterscheidet die PISA-Studie die quantitative Ausstattung von Schulen mit digitalen Technologien in a) stationäre Computer bzw. Laptops und b) Tablets bzw. E-Reader.

besuchen, an der Lehrkräfte und Schüler*innen Zugang zum WLAN haben (Eickelmann, Gerick et al., 2019). Im Jahr 2021 gaben schließlich 61,1 Prozent der Lehrkräfte an, dass Schüler*innen in den Klassenräumen auf WLAN zugreifen können, auch wenn nur 53,7 Prozent der Lehrkräfte die Geschwindigkeit und Stabilität des WLANs als ausreichend empfinden (Yotyodying & Lorenz, 2022).

Um Schüler*innen Kompetenzen zu vermitteln, die sie im Umgang mit digitalen Technologien sowohl in der Schule als auch in ihrer Freizeit und für ihr zukünftiges Leben in der Gesellschaft brauchen, müssen Lehrkräfte gemeinsam mit Schüler*innen digitale Technologien nutzen. Für die Nutzung digitaler Technologien im schulischen Kontext und die Förderung digitaler Kompetenzen bei Schüler*innen benötigen daher auch Lehrkräfte selbst entsprechende Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen. Sie müssen sich dazu in der Lage fühlen, digitale Technologien in ihrem nicht-beruflichen sowie beruflichen Alltag zweckgebunden und verantwortungsbewusst zu nutzen (Lorenz & Endberg, 2019). Hierbei kommt der Lehrkräftebildung eine zentrale Aufgabe zu: In der ersten und zweiten Phase sollen angehenden Lehrkräften u. a. digitale Kompetenzen vermittelt werden, um sie auf das berufliche Leben mit digitalen Technologien vorzubereiten. Darüber hinaus sollen bereits im Dienst stehende Lehrkräfte, die im Rahmen ihrer Ausbildung keine digitalen Kompetenzen entwickeln konnten, mithilfe von bspw. Fortbildungen in ihrer digitalen Kompetenzentwicklung gefördert werden (Eickelmann & Drossel, 2020).

Damit die Lehrkräftebildung dieser wichtigen Aufgabe nachkommen kann, muss jedoch zunächst geklärt werden, welche digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehende) Lehrkräfte³ benötigen. Weiterhin bedarf es einer Analyse des Ist-Zustandes der digitalen Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften, um Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen an die entsprechenden Bedarfe anzupassen. So könnten Informationen über die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte bspw. für die inhaltliche Ausrichtung von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen genutzt werden. Da die drei Phasen der Lehrkräftebildung aufeinander aufbauen, ist es wichtig, die digitalen Kompetenzüberzeugungen in allen Phasen objektiv und valide zu erfassen. So können aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen und Lerngelegenheiten mögliche Gemeinsamkeiten oder Unterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den drei Phasen der Lehrkräftebildung bestehen. Informationen darüber ermöglichen der Lehrkräftebildung die Erstellung eines phasenspezifischen Angebots, um (angehende) Lehrkräfte effektiv und zielgerichtet in ihrer digitalen Kompetenzentwicklung zu fördern. Da das schulische Leben nicht in einem Laborsetting stattfindet, gibt es zudem verschiedene individuelle und kontextuale Faktoren, die mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängen können. Auch diese gilt es zu erfassen, um sie bei der Planung und Durchführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen zu berücksichtigen oder um strukturelle Veränderungen, beispielsweise im Hinblick auf die schulische

³ Mit dem Begriff „(angehende) Lehrkräfte“ sind im Folgenden Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte gemeint, die in der regulären Lehramtsausbildung entsprechend drei Phasen zugeordnet werden können.

Ausstattung mit digitalen Technologien, anzustoßen. Vor diesem Hintergrund widmet sich die vorliegende Arbeit den Fragen, wie digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften objektiv und valide gemessen werden können, über welche digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehende) Lehrkräfte in den verschiedenen Phasen der Lehrkräftebildung verfügen und wie diese mit individuellen und Kontextfaktoren zusammenhängen.

Zur Klärung dieser Fragen werden zunächst im theoretischen Teil der Arbeit die Kernbegriffe definiert und erläutert sowie die der Forschungsarbeit zugrundeliegenden theoretischen Modelle vorgestellt. Anschließend wird der empirische Forschungsstand aufgearbeitet, aus dem die Forschungsdesiderate und die Ziele der vorliegenden Arbeit abgeleitet werden. Nach der Präsentation der Stichproben, die für die folgende Arbeit herangezogen wurden, werden die vier Teilstudien – nicht chronologisch nach ihrem Publikationsdatum, sondern vom Allgemeinen zum Speziellen – zusammengefasst dargelegt. Anschließend werden die Ergebnisse der Studien gemeinsam diskutiert und daraus Implikationen für Forschung und Praxis abgeleitet.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Begriffsdefinitionen

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Nach Krumsvik (2014) lassen sich die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen und berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen unterscheiden. Bevor beide Konstrukte definiert und inhaltlich näher erläutert werden, soll zunächst eine kurze Einordnung der zugrundeliegenden Begriffe der Kompetenzen und der Kompetenzüberzeugungen erfolgen.

In der Bildungswissenschaft wurde der Kompetenzbegriff insbesondere durch Weinert (2001) im Kontext von Schulleistungsstudien geprägt. Nach Weinert (2001) sind Kompetenzen

„die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernten kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (S. 27f.).

In der Regel werden in der bildungswissenschaftlichen Forschung Kompetenzen mithilfe standardisierter Tests gemessen (Hartig & Klieme, 2006), so wurden z. B. im Rahmen des COACTIV-Forschungsprogramms die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften untersucht (Kunter et al., 2011). Bislang existieren jedoch nur wenige Tests zur Messung digitaler Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte (z. B. Baier & Kunter, 2020; Fütterer et al., 2023; Lázaro-Cantabrana et al., 2019; M.-T. Kaarakainen et al., 2018; Nieto-Isidro et al., 2022). So werden in der Bildungsforschung häufig die Kompetenz- bzw. Selbstwirksamkeitsüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften untersucht

(Rubach & Lazarides, 2023a).⁴ Unter Kompetenzüberzeugungen werden in Anlehnung an Rubach und Lazarides (2023a) die subjektiven Überzeugungen über die eigenen Kompetenzen hinsichtlich der Erfüllung einer spezifischen Aufgabe verstanden. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass digitale Kompetenzen und digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften miteinander korrelieren (Fabian et al., 2024; Fütterer et al., 2023; O. E. Hatlevik, 2017; M.-T. Kaarakainen & Saikkonen, 2021). Zudem spielen Kompetenzüberzeugungen eine wichtige Rolle für das Verhalten einer Person (Wigfield & Eccles, 1994): Personen, die sich gegenüber einer spezifischen Aufgabe als kompetent empfinden, haben demnach auch eine höhere Motivation, diese Aufgabe auszuführen. Daher kann angenommen werden, dass die subjektiven Überzeugungen einer (angehenden) Lehrkraft über ihre eigenen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien, also ihre digitalen Kompetenzüberzeugungen, beeinflussen, ob und wie diese (angehende) Lehrkraft digitale Technologien nutzt. Da für den Einsatz digitaler Technologien in Schule und Unterricht sowohl grundlegende als auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Krumsvik, 2014; Mishra & Koehler, 2006) benötigt werden, werden beide Konstrukte nachfolgend definiert und erläutert.

2.1.1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen

Der Begriff digitale Kompetenz (engl. *digital competence* oder *digital literacy*), im Folgenden in Abgrenzung zur berufsbezogenen digitalen Kompetenz als grundlegende digitale Kompetenz bezeichnet, hat in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten im Kontext der fortschreitenden Digitalisierung zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen. Dies zeigt sich auch anhand der steigenden Anzahl wissenschaftlicher Beiträgen zu diesem Thema (Müller et al., 2023). Häufig wird der Begriff synonym zu anderen Begriffen, wie beispielsweise der Medienkompetenz (Hugger, 2021) oder der ICT-Kompetenz⁵ (R. Schmidt & Reintjes, 2022) genutzt. Auch im Englischen lässt sich eine solche begriffliche Vielfalt feststellen. So werden bspw. synonyme Begriffe wie *digital literacy*, *media literacy* und *ICT competence* verwendet (Ilomäki et al., 2016). Mit diesen unterschiedlichen Begrifflichkeiten geht auch einher, dass grundlegende digitale Kompetenzen inhaltlich nicht genau definiert sind und in der Forschung unterschiedlich operationalisiert werden. So finden sich in politischen Strategiepapieren und in der wissenschaftlichen Literatur unterschiedliche Modelle, die grundlegende digitale Kompetenzen inhaltlich beschreiben. Ilomäki et al. (2016) spricht in diesem Zusammenhang von einem „‘loose’ concept“ (S. 565). Daher soll nachfolgend zunächst der Begriff der grundlegenden digitalen Kompetenzen für diese Arbeit definiert werden, um danach näher auf verschiedene Modelle zur Beschreibung grundlegender digitaler Kompetenzen einzugehen. Abschließend soll dann der Begriff

⁴ Da es sich bei Kompetenzüberzeugungen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen beiderseits um kompetenzbezogene Überzeugungen handelt (siehe auch Rubach und Lazarides (2023a)), werden beide Konstrukte zur besseren Verständlichkeit im Folgenden unter dem Begriff *Kompetenzüberzeugungen* zusammengefasst.

⁵ Die Abkürzung ICT steht für den englischen Begriff „Information and Communication Technology“.

der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen aus dem Begriff der grundlegenden digitalen Kompetenzen abgeleitet werden.

Nach der Europäischen Kommission (2019) stellen grundlegende digitale Kompetenzen eine von acht Schlüsselkompetenzen für Lebenslanges Lernen dar, über die jede*r EU-Bürger*in verfügen sollte. Unter grundlegenden digitalen Kompetenzen wird hierbei eine Kombination aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen⁶ verstanden, die zu einer sicheren, kritischen und verantwortungsbewussten Nutzung von digitalen Technologien für das Lernen, die Arbeit und die gesellschaftliche Teilhabe befähigt (Europäische Kommission, 2019). Diese Definition deckt sich unter anderem mit der von Ilomäki et al. (2016), die unter grundlegenden digitalen Kompetenzen die kognitiven Fähigkeiten, das Wissen und die Einstellungen verstehen, die erforderlich sind, um digitale Technologien sinnvoll zum Lernen, im Beruf oder in der Freizeit einzusetzen und kritisch zu reflektieren sowie die Motivation, als aktiver und verantwortungsbewusster Akteur in der digitalen Welt teilzuhaben. Ferrari (2012) beschreibt grundlegende digitale Kompetenzen ebenfalls als Kombination von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen, die für die Nutzung digitaler Technologien benötigt werden, um Aufgaben zu erledigen, Probleme zu lösen, zu kommunizieren, Informationen zu verwalten, zusammenzuarbeiten, Inhalte zu erstellen und zu teilen. Ziel der Nutzung digitaler Technologien ist es dabei, effektiv, effizient, angemessen, kritisch, kreativ, eigenständig, flexibel, ethisch korrekt und reflektiert Wissen für Arbeit, Freizeit, gesellschaftliche Teilhabe, Lernen, Geselligkeit, Konsumverhalten und Selbstermächtigung aufzubauen.

Auf Basis dieser Definitionen werden in der vorliegenden Arbeit grundlegende digitale Kompetenzen als die Fähigkeiten, das Wissen und die Einstellungen zum zweckmäßigen sowie kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien verstanden, die jedes Individuum, unabhängig seiner Profession, benötigt. Dies schließt neben den Bereichen Lernen und Freizeit auch den Beruf ein, jedoch handelt es sich hierbei um Kompetenzen, die in allen beruflichen Professionen, nicht nur speziell im Lehrberuf, benötigt werden.

Vor dem Hintergrund, die grundlegenden digitalen Kompetenzen aller Bürger*innen zu fördern, wurden in den vergangenen Jahren unterschiedliche bildungspolitische bzw. bildungsstrategische Modelle zur Beschreibung grundlegender digitaler Kompetenzen erstellt. Ein vielfach rezipiertes Modell ist das Digital Competence Framework for Citizens 2.2 (DigComp 2.2), welches im Auftrag der Europäischen Kommission von Vuorikari et al. (2022) erstellt wurde. Das DigComp-Rahmenmodell liegt aktuell in seiner vierten, überarbeiteten Fassung vor (DigComp von Ferrari, 2013; DigComp 2.0 von Vuorikari et al., 2016; DigComp 2.1 von Carretero et al., 2017). Ziel des Rahmenmodells ist es, ein gemeinsames

⁶ Der Kompetenzbegriff berücksichtigt neben kognitiven Fähigkeiten und Wissen auch die Einstellungen von Personen. Die Einstellungen einer Person sind jedoch nicht mit den in dieser Forschungsarbeit untersuchten (Kompetenz-)Überzeugungen gleichzusetzen. Einstellungen können nach Eagly & Chaiken (1993) als innere Haltung gegenüber einer Person, einem Gegenstand oder einer Situation verstanden werden, die sich in einer positiven, neutralen oder negativen Bewertung gegenüber der Person, dem Gegenstand oder der Situation äußert.

Verständnis der digitalen Kompetenz von EU-Bürger*innen zu entwickeln und darauf aufbauend Qualifikationsziele der EU-Bevölkerung hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzen zu erreichen. Das Modell versteht grundlegende digitale Kompetenzen als eine von acht miteinander verknüpften Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen und definiert sie – in Übereinstimmung mit Ilomäki et al. (2016) – als Kombination von Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen, die eine sichere, kritische und verantwortungsbewusste Nutzung digitaler Technologien für Lernen, Beruf und gesellschaftliche Teilhabe ermöglicht. Nach Vuorikari et al. (2022) setzen sich grundlegende digitale Kompetenzen aus fünf verschiedenen Kompetenzdimensionen zusammen, die sich in insgesamt 21 Kompetenzen unterteilen (siehe Abbildung 1): *Informations- und Datenkompetenz (Information and data literacy)*, *Kommunikation und Kollaboration (Communication and collaboration)*, *Erstellung digitaler Inhalte (Digital content creation)*, *Sicherheit (Safety)* und *Problemlösen (Problem solving)*. Für jede Kompetenz sieht DigComp 2.2 acht Kompetenzstufen von Grundlagen (*foundation*), über Intermediär (*intermediate*) und Fortgeschritten (*advanced*) bis hin zu Hochspezialisiert (*highly specialised*) vor (Vuorikari et al., 2022).

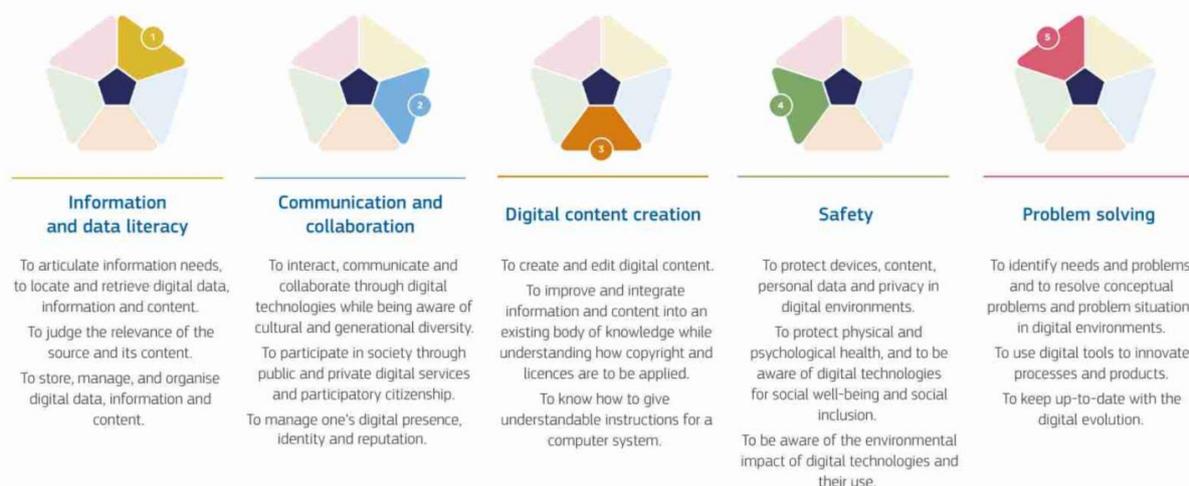


Abbildung 1. Der DigComp Kompetenzrahmen. Quelle: Vuorikari et al. (2022), S. 7.

Law et al. (2018) haben DigComp 2.0 (Vuorikari et al., 2016) mit dem Digital Literacy Global Framework (DLGF) um zwei Kompetenzdimensionen erweitert: *Bedienung von Geräten und Software (Devices and software operations)* sowie *Karrierebezogene Kompetenzen (Career-related competences)*. Diese Erweiterung von DigComp 2.0 (Vuorikari et al., 2016) lässt sich darauf zurückführen, dass Law et al. (2018) neben verschiedenen nationalen Rahmenmodellen zur Abbildung grundlegender digitaler Kompetenzen auch Rahmenmodelle von Unternehmen, wie z. B. das Microsoft Digital Literacy Standard Curriculum (2014), in ihre Betrachtung aufgenommen haben. In den betrachteten Rahmenmodellen wurden u. a. Kompetenzen zur *Bedienung von Geräten und Software* dargelegt, die grundlegende Handlungen, wie z. B. das Ein- und Ausschalten von Geräten, und das Verständnis grundlegender Konzepte von Hard- und Software beschreiben. Weiterhin bilden die betrachteten unternehmerischen Rahmenmodelle auch *Karrierebezogene Kompetenzen* ab, die sich auf

die Nutzung von digitalen Medien als Instrumente zur Produktivitätssteigerung in bestimmten Wirtschaftszweigen beziehen. Beispielhaft wird hier auch die Nutzung von Lernmanagementsystemen durch Lehrkräfte angeführt. Darüber hinaus wurde DigComp auch in der empirischen Forschung in seinen unterschiedlichen Versionen (Carretero et al., 2017; Ferrari, 2013; Vuorikari et al., 2022; Vuorikari et al., 2016) breit angenommen und zum Teil weiterentwickelt, wie verschiedene Literaturübersichten aufzeigen (Müller et al., 2023; Rubach & Lazarides, 2023a; Siddiq et al., 2016).

Das DigComp-Rahmenmodell versteht sich als Grundlage für nationale bildungspolitische Strategien und wurde in diesem Zuge bereits in vielen europäischen Ländern übersetzt und/oder adaptiert (Vuorikari et al., 2022). Für Deutschland hat die Kultusministerkonferenz (KMK, 2017) aufbauend auf DigComp (Ferrari, 2013), dem Kompetenzorientierten Konzept für die schulische Medienbildung (Länderkonferenz MedienBildung, 2015) und dem Modell der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen der ICILS-Studie 2013 (Bos et al., 2014) die Strategie zur „Bildung in der digitalen Welt“ verabschiedet. Das Strategiepapier bezieht sich neben der allgemein- und berufsbildenden schulischen Bildung auch auf die akademische Bildung an den Hochschulen sowie die Weiterbildung im Beruf. Die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf das allgemeinbildende Schulsystem, für welches im Dokument das Ziel formuliert wurde, bei den Schüler*innen

„individuelles und selbstgesteuertes Lernen [zu] fördern, Mündigkeit, Identitätsbildung und das Selbstbewusstsein [zu] stärken sowie die selbstbestimmte Teilhabe an der digitalen Gesellschaft [zu] ermöglichen.“ (KMK, 2017, S. 15).

Das Kompetenzmodell der KMK (2017) umfasst sechs Kompetenzdimensionen, die sich in 22 Kompetenzen und 61 Teilkompetenzen unterteilen lassen (siehe Tabelle 1)⁷: *Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln* sowie *Analysieren und Reflektieren*.

⁷ Um den Umfang der Arbeit einzuhalten, sollen im Folgenden lediglich die Kompetenzdimensionen und die Kompetenzen genannt werden. Eine vollständige Aufzählung der Kompetenzdimensionen, Kompetenzen und Teilkompetenzen findet sich in Anhang A.

Tabelle 1. Grundlegende digitale Kompetenzen nach dem KMK-Modell "Bildung in der digitalen Welt" (KMK, 2017)

Kompetenzdimensionen	Kompetenzen
Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren	Suchen und Filtern Auswerten und Bewerten Speichern und Abrufen
Kommunizieren und Kooperieren	Interagieren Teilen Zusammenarbeiten Umgangsregeln kennen und einhalten (Netiquette) An der Gesellschaft aktiv teilhaben
Produzieren und Präsentieren	Entwickeln und Produzieren Weiterverarbeiten und Integrieren Rechtliche Vorgaben beachten
Schützen und sicher Agieren	Sicher in digitalen Umgebungen agieren Persönliche Daten und Privatsphäre schützen Gesundheit schützen Natur und Umwelt schützen
Problemlösen und Handeln	Technische Probleme lösen Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen Algorithmen erkennen und formulieren
Analysieren und Reflektieren	Medien analysieren und bewerten Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren

Da das KMK-Kompetenzmodell unter anderem auf DigComp (Ferrari, 2013) aufbaut, zeigen sich im Vergleich mit DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) und dem DLGF (Law et al., 2018) weitgehende Übereinstimmungen auf der Kompetenzebene, auch wenn diese Kompetenzen nicht immer denselben Kompetenzdimensionen zugeordnet sind. Beispielsweise sind *Karrierebezogene Kompetenzen* im DLGF (Law et al., 2018) eine eigenständige Kompetenzdimension, finden sich im Modell der KMK (2017) aber als Teil der Kompetenz *Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen* in der Kompetenzdimension *Problemlösen und Handeln* wieder. Die Kompetenzdimension *Analysieren und Reflektieren* ist jedoch ein Alleinstellungsmerkmal des KMK-Kompetenzmodells (KMK, 2017). Diese setzt breiter als die erste Kompetenzdimension *Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren* an, da hier nicht ausschließlich Daten und Informationen im Fokus stehen, sondern die reflektierte und verantwortungsbewusste Nutzung digitaler Technologien im

Allgemeinen. Somit legt das KMK-Kompetenzmodell (KMK, 2017) einen stärkeren Fokus auf die Analyse und Reflexion der Bedeutung digitaler Technologien in der eigenen Lebenswelt. Währenddessen geht DigComp 2.2 (Ferrari, 2013) beispielsweise stärker auf eher fortgeschrittene anwendungsbezogene Kompetenzen wie die kreative Nutzung digitaler Technologien und das Programmieren ein, die von der KMK (2017) nicht explizit benannt werden. Auch die Kompetenz zur Verwaltung der eigenen digitalen Identität ist nicht Teil des KMK-Kompetenzmodells (KMK, 2017).

Die vorliegende Studie orientiert sich zur Beschreibung der grundlegenden digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte am Kompetenzmodell der KMK (2017), da das zugrundeliegende nationale, bildungspolitische Strategiepapier eine wichtige Orientierung für das deutsche Bildungssystem und damit auch für die Lehrkräftebildung darstellt:

„Die Bundesländer verpflichten sich dazu, dafür Sorge zu tragen, dass alle Schülerinnen und Schüler, die zum Schuljahr 2018/2019 in die Grundschule eingeschult werden oder in die Sek I eintreten, bis zum Ende der Pflichtschulzeit die in diesem Rahmen formulierten Kompetenzen erwerben können.“ (KMK, 2017, S. 19)

Diese Aufgabe obliegt insbesondere den Lehrkräften, die die Schüler*innen unterrichten. Damit geht einher, dass (angehende) Lehrkräfte *selbst* über die beschriebenen grundlegenden digitalen Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen verfügen müssen, die sie bei ihren Schüler*innen fördern sollen (KMK, 2017). Entsprechend der Definition grundlegender digitaler Kompetenzen versteht die vorliegende Arbeit grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen als die subjektiven Überzeugungen eines Individuums über die eigenen Fähigkeiten, das eigene Wissen und die eigenen Einstellungen zum zweckmäßigen sowie kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien verstanden, die jedes Individuum, unabhängig seiner Profession, benötigt.

2.1.2 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung

Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften grenzen sich von den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen dadurch ab, dass sie speziell den beruflichen Alltag (angehender) Lehrkräfte sowie die damit einhergehenden Aufgaben und Herausforderungen betreffen. Lehrkräfte benötigen für ihren Beruf spezifische Kompetenzen, um das Potential von digitalen Technologien zur Verbesserung und Innovation von Bildung zu nutzen (Redecker & Punie, 2017b). Diese berufsbezogenen digitalen Kompetenzen werden also benötigt, um digitale Technologien in die berufliche Praxis zu integrieren, um Schüler*innen bei dem Erreichen von curricularen Zielen zu unterstützen (UNESCO, 2018). Dennoch gilt der Begriff der berufsbezogenen digitalen Kompetenzen, ähnlich wie der Begriff der grundlegenden digitalen Kompetenzen, noch immer als schwer definierbar (Ilomäki et al., 2016; Skantz-Åberg et al., 2022). Im Folgenden wird zunächst der Begriff der berufsbezogenen digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte für die vorliegende Arbeit definiert. Anschließend werden verschiedene Modelle berufsbezogener digitaler Kompetenzen im Kontext der Lehrkräftebildung vorgestellt, um das Konstrukt inhaltlich zu beschreiben. Aufbauend auf dem Begriff

der berufsbezogenen digitalen Kompetenzen wird abschließend der Begriff der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen für die vorliegende Arbeit definiert.

Ausgehend von der Definition grundlegender digitaler Kompetenzen von Ilomäki et al. (2016) lassen sich berufsbezogene digitale Kompetenzen als eine Kombination aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen ableiten, die benötigt werden, um digitale Technologien im beruflichen Kontext sinnvoll einzusetzen und kritisch zu reflektieren sowie die Motivation zur aktiven und verantwortungsbewussten Teilhabe an der digitalen Welt. Eine ähnliche Definition, die sich jedoch explizit auf berufsbezogene digitale Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften fokussiert, stammt von Hall et al. (2014). Die Autor*innen verstehen darunter die benötigten Fähigkeiten und Einstellungen sowie das benötigte Wissen, um das Lernen in einer digitalisierten Welt zu unterstützen. Dazu sollten Lehrkräfte in der Lage sein, digitale Technologien zur Verbesserung und Transformation der eigenen Unterrichtspraxis und für die eigene professionelle Entwicklung einzusetzen sowie die Nutzung digitaler Technologien zum Lehren und Lernen kritisch zu evaluieren. Dies deckt sich weitgehend mit der Definition berufsbezogener digitaler Kompetenzen in der Lehrkräftebildung von Krumsvik (2011). Der Autor definiert sie als die Fähigkeit, digitale Technologien im beruflichen Kontext mit einem guten pädagogisch-didaktischem Urteilsvermögen und dem Bewusstsein ihrer Bedeutung für Lernstrategien und die „digital[e] Bildung“⁸ (S. 45) von Schüler*innen einzusetzen. Zwar beschränkt sich der Autor auf die Fähigkeitskomponente von Kompetenzen, spricht jedoch ein weiteres Ziel des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht an: die Förderung der grundlegenden digitalen Kompetenzen von Schüler*innen. Hier knüpft auch die Definition berufsbezogener digitaler Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte von Johannesen et al. (2014) an, die darunter das Wissen verstehen, das benötigt wird, um von, mit und über digitale(n) Technologien zu unterrichten. Die Autorinnen unterteilen die berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften damit in drei Facetten: Das Unterrichten von digitalen Technologien zielt darauf ab, die digitalen Kompetenzen der Schüler*innen zu fördern, indem diese selbst digitale Technologien nutzen. Auch das Unterrichten mit digitalen Technologien hat zum Ziel, die digitalen Kompetenzen der Schüler*innen zu fördern. Der Fokus liegt hier jedoch auf den pädagogisch-didaktischen Kompetenzen der Lehrkraft, die mithilfe digitaler Technologien Unterrichtsmethoden und -inhalte variieren und damit den Lernerfolg von Schüler*innen in allen Fächern fördern soll. Durch das Unterrichten digitaler Technologien sollen Schüler*innen Wissen über die Geschichte digitaler Technologien und über das Verhältnis zwischen Technologie und Gesellschaft erwerben. Dies zielt vor allem darauf ab, dass Schüler*innen in der Lage sind, im Sinne der „digital[en] Bildung“ (Krumsvik, 2011, S. 45) digitale Technologien und deren Einsatz kritisch zu reflektieren. Diese Definition beschränkt sich jedoch im Gegensatz zu den Definitionen von Hall et al. (2014) und Krumsvik (2011) auf den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte gehen jedoch über die Nutzung digitaler Technologien

⁸ Mit dem Begriff „digital Bildung“ beschreibt Krumsvik (2011) den selbstbewussten und innovativen Einsatz digitaler Technologien zur Erreichung persönlicher Ziele und zur aktiven global-gesellschaftlichen Teilhabe.

zum Lehren und Lernen hinaus. Sie beziehen sich auf das gesamte berufliche Umfeld einer Lehrkraft und schließen damit auch außerunterrichtliche Aufgaben wie bspw. die berufliche Kommunikation mit ein (Redecker & Punie, 2017b). Zudem sprechen Johannesen et al. (2014) lediglich die Wissenskomponente von Kompetenzen an.

Auf Basis dieser Definitionen und den zuvor definierten grundlegenden digitalen Kompetenzen versteht die vorliegende Forschungsarbeit berufsbezogene digitale Kompetenzen in der Lehrkräftebildung als die Fähigkeiten, das Wissen und die Einstellungen (angehender) Lehrkräfte zum zweckmäßigen und kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien im Unterricht und im außerunterrichtlichen beruflichen Kontext sowie zur Förderung der digitalen Kompetenzen von Schüler*innen.

Ein Modell, welches häufig zur Beschreibung und Erhebung digitaler Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften herangezogen wird, ist das Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Modell von Mishra und Koehler (2006). Das Modell fokussiert zwar die Wissenskomponente von Kompetenzen, jedoch wird TPACK in der Forschung häufig in Form von Kompetenzüberzeugungen operationalisiert (Rubach & Lazarides, 2023a). Hierbei werden technologische, pädagogische und inhaltliche Wissenskomponenten sowie deren Kombinationen (technologisch-pädagogisch, technologisch-inhaltlich, pädagogisch-inhaltlich, technologisch-pädagogisch-inhaltlich) unterschieden (siehe Abbildung 2).

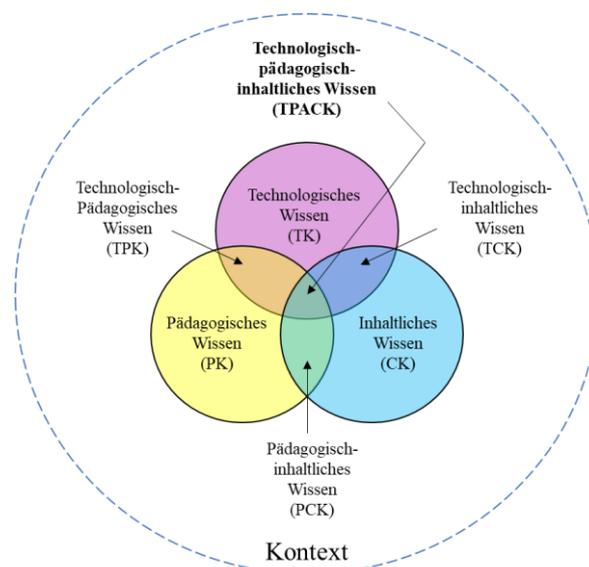


Abbildung 2. Das TPACK Modell und seine Wissenskomponenten. Eigene Darstellung (übersetzt) nach Mishra & Koehler (2006), S. 63.

Mit der technologischen Wissenskomponente deckt das Modell die grundlegenden digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte ab. Die technologisch-pädagogischen, technologisch-inhaltlichen und technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Wissenskomponenten lassen sich hingegen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzen zuordnen. Damit beschreibt TPACK sowohl grundlegende als auch berufsbezogene digitale Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften, bezieht sich hierbei jedoch ausschließlich auf die Wissenskomponente von Kompetenzen. Eine Meta-Analyse von Zeng et

al. (2022) konnte zudem zeigen, dass TPACK eng mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängt. Ein wesentlicher Kritikpunkt an TPACK ist dessen Fokussierung auf den unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien. Die beruflichen Aufgaben (angehender) Lehrkräfte außerhalb des Unterrichts werden vom Modell nicht abgebildet. Zudem merken Rubach und Lazarides (2023a) kritisch an, dass das Modell keine spezifischen digitalen Kompetenzen bzw. Kompetenzüberzeugungen mit Bezug zu bestimmten Aufgaben von (angehenden) Lehrkräften beschreibt, bspw. die Bewertung von Schüler*innenleistungen. An dieser Stelle setzen bildungspolitische bzw. bildungsstrategische Modelle zur Beschreibung von berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften an.

Ein solches Rahmenmodell – das European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu) – wurde im Auftrag der Europäischen Kommission von Redecker und Punie (2017b) erstellt. Das Rahmenmodell richtet sich an Lehrende auf allen Bildungsebenen von früher Kindheit bis zur Erwachsenenbildung und hat zum Ziel, die berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von Lehrenden abzubilden. In Anlehnung an DigComp (Ferrari, 2013) werden digitale Kompetenzen hier im Allgemeinen als Fähigkeiten und Fertigkeiten zur sicheren, kritischen und kreativen Nutzung digitaler Technologien verstanden, die dazu dienen, Ziele im Beruf, beim Lernen, in der Freizeit sowie bei der gesellschaftlichen Teilhabe zu erreichen. Das DigCompEdu-Rahmenmodell bezieht sich hierbei jedoch ausschließlich auf den beruflichen Kontext einer Lehrperson und klammert die anderen Lebensbereiche aus. DigCompEdu umfasst sechs Kompetenzdimensionen mit insgesamt 22 Kompetenzen (s. Abbildung 3): *Berufliches Engagement (Professional Engagement)*⁹, *Digitale Ressourcen (Digital Resources)*, *Lehren und Lernen (Teaching and Learning)*, *Evaluation (Assessment)*, *Lernerorientierung (Empowering Learners)* sowie *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden (Facilitating Learners' Digital Competence)*.

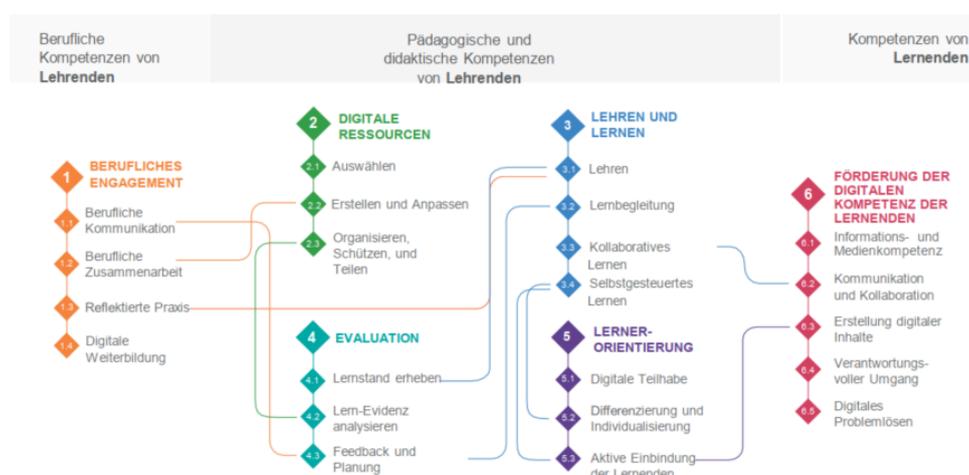


Abbildung 3. Der DigCompEdu Kompetenzrahmen. Quelle: Redecker & Punie (2017a), S. 6.

⁹ In der vorliegenden Forschungsarbeit werden zur Beschreibung der Kompetenzdimensionen und Kompetenzen die Übersetzungen des Goethe-Instituts e.V. des DigCompEdu-Rahmenmodells der Originalfassung von Redecker und Punie (2017a) verwendet.

Das Rahmenmodell gliedert die Kompetenzdimensionen weiter in die beruflichen Kompetenzen der Lehrenden (*Berufliches Engagement*), die pädagogischen und didaktischen Kompetenzen der Lehrenden (*Digitale Ressourcen, Lehren und Lernen, Evaluation, Lernerorientierung*) und die Kompetenzen der Lernenden (*Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden*). Betrachtet man die Kompetenzen, die zur Dimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* zählen, so fällt auf, dass diese den fünf Kompetenzdimensionen aus DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) entsprechen. Demnach ist es laut DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) Aufgabe der Lehrenden, die digitalen Kompetenzen der Lernenden in allen Bereichen umfassend zu fördern. Ähnlich wie bei DigComp 2.2 (Vuorikari et al., 2022) gibt es für jede Kompetenz verschiedene Stufen, die erreicht werden können und progressiv aufeinander aufbauen. Im Falle des DigCompEdu-Rahmenmodells sind diese Kompetenzstufen an den Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (GER) angelehnt: Es gibt sechs Stufen von A1 (Einsteiger*in) bis C2 (Vorreiter*in).

Ein weiteres Modell zur Beschreibung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen ist das ICT Competency Framework for Teachers (ICT CFT; UNESCO, 2018). Es wurde speziell als Instrument zur Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften zur Nutzung digitaler Technologien entwickelt und liegt aktuell in der dritten Fassung vor (erste Fassung: UNESCO, 2008; zweite Fassung: UNESCO, 2011). Das ICT CFT unterscheidet 6 verschiedene Kompetenzdimensionen, die in jeweils drei Stufen (Wissensaneignung, Vertiefung des Wissens, Wissensschaffung) unterteilt werden (siehe Abbildung 4): *Digitale Technologien im Kontext von Bildungspolitik (Understanding ICT in Education Policy)*, *Curriculum und Evaluation (Curriculum and Assessment)*, *Pädagogik (Pedagogy)*, *Anwendung digitaler Fähigkeiten (Application of Digital Skills)*, *Organisation und Administration (Organization and Administration)* sowie *Berufliche Weiterentwicklung (Teacher Professional Learning)*.

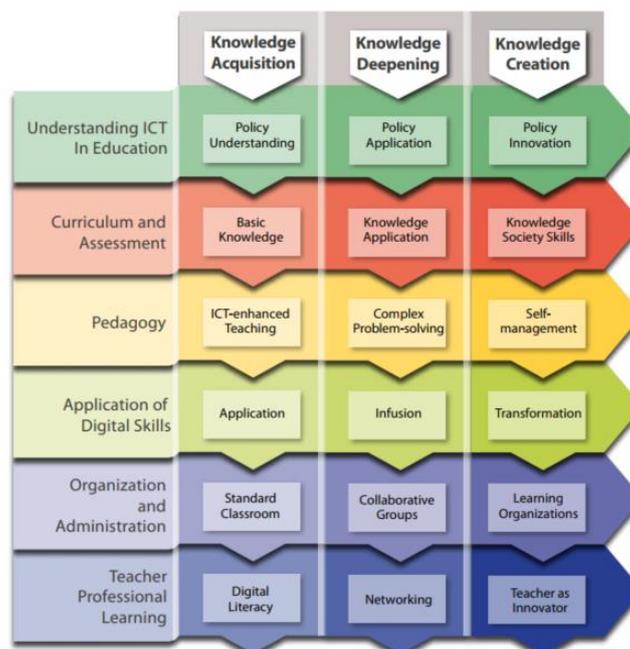


Abbildung 4. Das UNESCO ICT CFT Rahmenmodell. Quelle: UNESCO (2018), S. 10.

Beim Vergleich des ICT CFT (UNESCO, 2018) mit DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) zeigen sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede. So bestehen Übereinstimmungen zwischen der Kompetenzdimension *Curriculum und Evaluation* (ICT CFT) und der Kompetenzdimension *Evaluation* (DigCompEdu). Das Verfolgen curricularer Standards findet sich am ehesten in der Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* (DigCompEdu) wieder. Die Kompetenzdimension *Pädagogik* (ICT CFT) zeigt zudem Übereinstimmungen mit den Kompetenzdimensionen *Lehren und Lernen* sowie *Lernerorientierung* (DigCompEdu). Die Kompetenzdimension *Anwendung digitaler Fähigkeiten* (ICT CFT) findet sich teilweise in der Kompetenzdimension *Digitale Ressourcen* (DigCompEdu) wieder. Weitere Gemeinsamkeiten bestehen zwischen den Kompetenzdimensionen *Organisation und Administration* (ICT CFT) und *Lehren und Lernen* (DigCompEdu). Darüber hinaus zeigen sich Übereinstimmungen zwischen der Kompetenzdimension *Berufliche Weiterentwicklung* (ICT CFT) und den Kompetenzen zur beruflichen Zusammenarbeit und zur digitalen Weiterbildung aus der Kompetenzdimension *Berufliches Engagement* (DigCompEdu). Unterschiede zeigen sich hingegen bei der Kompetenzdimension *Digitale Technologien im Kontext von Bildungspolitik* (ICT CFT), welche sich in dieser Form nicht in DigCompEdu wiederfinden lässt. Hierbei geht es um eine intensive bildungspolitische Auseinandersetzung mit digitalen Medien, wie bspw. die Analyse der eigenen Unterrichtspraktiken mit Hinblick auf ihren Beitrag zur Umsetzung der Bildungspolitik. Dies ist möglicherweise nur für einen kleinen Teil (angehender) Lehrkräfte relevant.

Der Vergleich beider Rahmenmodelle zur Beschreibung von berufsbezogenen digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte offenbart, wie auch von Rubach und Lazarides (2023a) beschrieben, dass sich DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) vor allem auf unterrichtliche Lehr-Lern-Prozesse fokussiert. Jedoch werden auch organisatorische und unterrichtsvorbereitende Aufgaben des Lehrberufs berücksichtigt. Währenddessen legt ICT CFT (UNESCO, 2018) einen stärkeren Fokus auf die außerunterrichtliche Nutzung digitaler Technologien und das grundlegende Verständnis der Bedeutung digitaler Technologien im Bildungskontext (Rubach & Lazarides, 2023a). Vor dem Hintergrund der Arbeitsdefinition berufsbezogener digitaler Kompetenzen in der Lehrkräftebildung orientiert sich die vorliegende Studie zu deren inhaltlicher Beschreibung am DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b). Neben dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und außerhalb des Klassenzimmers legt das Modell auch einen wesentlichen Schwerpunkt auf die Förderung der digitalen Kompetenz der Schüler*innen. Die Arbeitsdefinition berufsbezogener digitaler Kompetenzen geht explizit auf den Umgang mit digitalen Technologien zur Förderung der digitalen Kompetenz von Schüler*innen ein. Auch ist es laut KMK (2017) Aufgabe der Lehrkräfte, digitale Kompetenzen von Schüler*innen zu fördern, weshalb dieser Punkt nicht zu vernachlässigen ist und sich DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) von den anderen beschriebenen Modellen berufsbezogener digitaler Kompetenzen abhebt. Weiterhin geht DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) auf spezifische Aufgaben von Lehrkräften, wie z. B. die Nutzung digitaler Technologien zur eigenen Weiterbildung,

ein. Deshalb ist es bspw. TPACK (Mishra & Koehler, 2006) vorzuziehen, um berufsbezogene digitale Kompetenzen inhaltlich umfassend zu beschreiben. Darüber hinaus baut DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b), wie auch das Kompetenzmodell der KMK (2017), was in der vorliegenden Arbeit zur Beschreibung grundlegender digitaler Kompetenzen herangezogen wird, auf DigComp (Ferrari, 2013) auf. Dies zeigt sich insbesondere in der Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden*, die inhaltlich die in DigComp (Ferrari, 2013) beschriebenen Kompetenzdimensionen abbildet. Daher spricht auch die gemeinsame Basis mit dem KMK-Modell (2017) für die Beschreibung berufsbezogener digitaler Kompetenzen entsprechend des DigCompEdu-Rahmenmodells (Redecker & Punie, 2017b).

Um die digitalen Kompetenzen von Schüler*innen zu fördern, benötigen (angehende) Lehrkräfte demnach neben grundlegenden digitalen Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen auch berufsbezogene digitale Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen. Abgeleitet aus den berufsbezogenen digitalen Kompetenzen definiert die vorliegende Arbeit berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung als die subjektiven Überzeugungen einer (angehenden) Lehrkraft über die eigenen Fähigkeiten, das eigene Wissen und die eigenen Einstellungen zum zweckmäßigen und kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien im Unterricht und im außerunterrichtlichen beruflichen Kontext sowie zur Förderung der digitalen Kompetenzen von Schüler*innen.

2.1.3 Zusammenfassung des Kapitels

Die vorliegende Arbeit fokussiert sich auf zwei Konstrukte: die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen lassen sich als subjektive Überzeugungen über die eigenen Fähigkeiten, das eigene Wissen und die eigenen Einstellungen zum zweckmäßigen sowie kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien verstehen. Demgegenüber beziehen sich die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen auf die spezifischen Anforderungen des Lehrberufs. Daher versteht die folgende Arbeit darunter jene subjektiven Überzeugungen über die eigenen Fähigkeiten, das eigene Wissen und die eigenen Einstellungen zum zweckmäßigen und kritisch reflektierten Umgang mit digitalen Technologien im Unterricht und im außerunterrichtlichen beruflichen Kontext sowie zur Förderung der digitalen Kompetenzen von Schüler*innen.

Sowohl die grundlegenden als auch die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften lassen sich in unterschiedliche Kompetenzdimensionen unterteilen, welche die (Nutzungs-)Vielfalt digitaler Technologien abbilden. Die vorliegende Arbeit bezieht sich zur inhaltlichen Beschreibung grundlegender und berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften auf zwei bildungspolitische bzw. bildungsstrategische Kompetenzmodelle. Bei den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen werden entsprechend des Strategiepapiers der KMK (2017) zur Bildung in der digitalen Welt sechs Kompetenzdimensionen unterschieden: *Suchen*,

Verarbeiten und Aufbewahren, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln sowie Analysieren und Reflektieren. Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte lassen sich nach dem DigCompEdu-Rahmenmodell ebenfalls in sechs Kompetenzkompetenzdimensionen unterteilen: *Berufliches Engagement, Digitale Ressourcen, Lehren und Lernen, Evaluation, Lernerorientierung* sowie *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden*. Ein Ziel dieser Arbeit besteht darin, die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften in diesen Kompetenzdimensionen zu untersuchen und die zwei bzw. drei Phasen der Lehrkräftebildung miteinander zu vergleichen, um bspw. Ansatzpunkte für spezifische Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in den einzelnen Phasen aufzuzeigen.

Während für die Erfassung grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften entsprechend des KMK-Kompetenzmodells (KMK, 2017) bereits ein für Lehramtsstudierende sowie Lehrkräfte validiertes Instrument vorliegt (Rubach & Lazarides, 2019, 2021a), gibt es bislang kein Instrument zur Erhebung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen entsprechend der Kompetenzdimensionen des DigCompEdu-Rahmenmodells (Redecker & Punie, 2017b). Zwar wurde bereits ein Instrument auf Basis von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) entwickelt und validiert (Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019), jedoch misst dieses Instrument die Nutzung digitaler Technologien von Lehrkräften auf verschiedenen Kompetenzstufen. Parallel zum Verfassen dieser Arbeit entwickelten zudem Cattaneo et al. (2022) ein Instrument zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Berufsschullehrkräften, das sich an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) anlehnt. Daher besteht ein weiteres Ziel dieser Arbeit in der Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen.

2.2 Theoretische Modelle und Ansätze

Eine Aufgabe von Lehrkräften ist es, digitale Kompetenzen bei ihren Schüler*innen zu fördern, um diese auf das Leben in einer durch die Digitalisierung geprägten Welt vorzubereiten (KMK, 2017). Hierfür ist es unerlässlich, dass (angehende) Lehrkräfte fähig sind und sich auch in der Lage fühlen, digitale Technologien im Allgemeinen sowie im beruflichen Kontext zu nutzen. Sie benötigen also grundlegende und berufsbezogene digitale Kompetenzen und entsprechende Kompetenzüberzeugungen. Als subjektive Überzeugungen über die eigenen Kompetenzen hinsichtlich der Erfüllung einer spezifischen Aufgabe (Rubach & Lazarides, 2023a) – hier der Nutzung digitaler Technologien – hängen digitale Kompetenzüberzeugungen mit den digitalen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften zusammen (Fabian et al., 2024; Fütterer et al., 2023; O. E. Hatlevik, 2017; M.-T. Kaarakainen & Saikkonen, 2021). Um den Zusammenhang zwischen den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften und deren Nutzung digitaler Technologien zu

erklären, werden im Folgenden zwei theoretische Modelle herangezogen: die Erwartungs-Wert-Theorie von Eccles et al. (1983) und das Will, Skill, Tool-Modell von Knezek und Christensen (2016).

2.2.1 Erwartungs-Wert-Theorie

Ein Modell zur Beschreibung der Motivation zu einem bestimmten Verhalten ist die Erwartungs-Wert-Theorie (*expectancy-value theory*) von Eccles et al. (1983), die zur situierten Erwartungs-Wert-Theorie (*situated expectancy-value theory*) erweitert wurde (Eccles & Wigfield, 2020). Ihren Ursprung hat die Theorie in der Untersuchung der Entscheidung von Schüler*innen zur Kurswahl des Unterrichtsfachs Mathematik (Wigfield & Eccles, 1992). Damit stellt sie thematisch eine allgemeine Theorie zur Beschreibung von Motivation dar, die sich nicht explizit auf den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht bezieht.

Eccles et al. (1983) postulieren mit der Erwartungs-Wert-Theorie (siehe Abbildung 5), dass das Verhalten einer Person durch deren Erfolgserwartungen und subjektive Wertüberzeugungen gegenüber einer spezifischen Aufgabe beeinflusst wird.

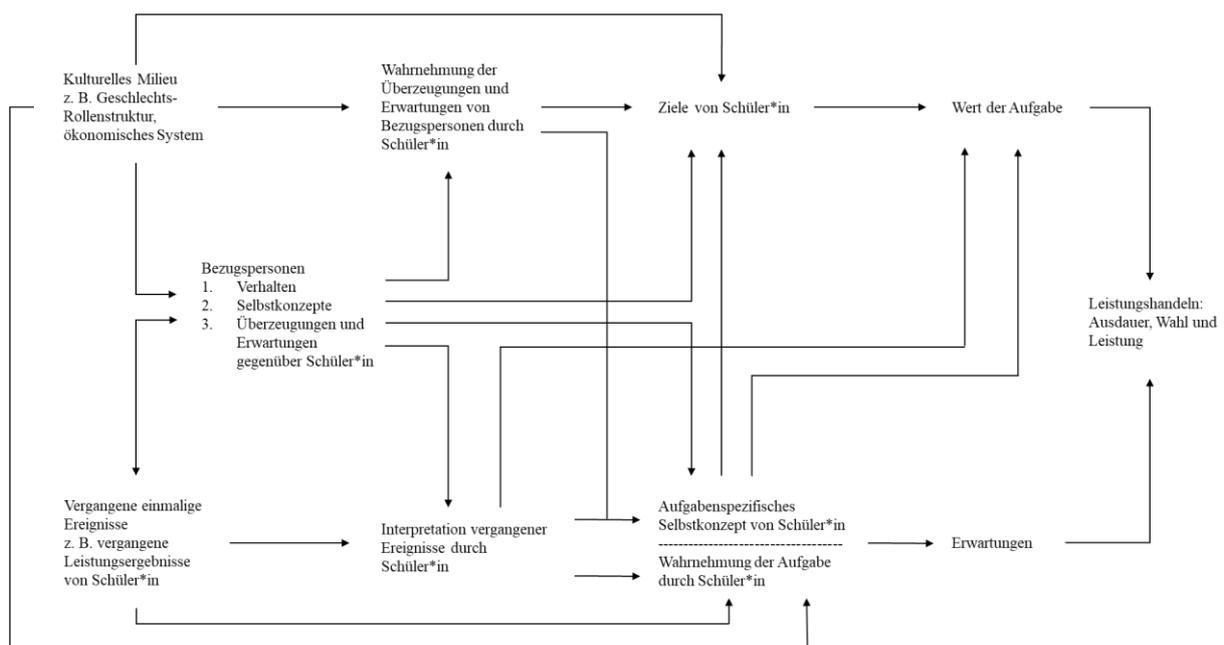


Abbildung 5. Erwartungs-Wert-Modell. Eigene Darstellung (übersetzt) nach Eccles et al. (1983), S. 80.

Als Erfolgserwartungen definieren Eccles und Wigfield (2020) die individuellen Überzeugungen einer Person, wie gut sie eine anstehende Aufgabe erledigen wird. Diese Erfolgserwartungen werden von der Wahrnehmung der eigenen Kompetenzen, also den eigenen Kompetenzüberzeugungen, und der Schwierigkeit der Aufgabe beeinflusst (Eccles et al., 1983). Die Bezugspersonen des Individuums und das kulturelle Milieu spielen eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung der eigenen Kompetenzen und der Schwierigkeit der Aufgabe: Das Verhalten und das Selbstkonzept der Bezugspersonen sowie deren Einstellungen und Erwartungen für das Individuum – und wie das Individuum diese Einstellungen und Erwartungen wahrnimmt – beeinflussen, wie das Individuum seine eigenen Kompetenzen und die Schwierigkeit der Aufgabe wahrnimmt (Eccles et al., 1983). Weiterhin wirken auch vergangene

Ereignisse und deren Interpretation durch das Individuum auf dessen Wahrnehmung der eigenen Kompetenzen und der Schwierigkeit der Aufgabe (Eccles et al., 1983).

Einen weiteren zentralen Einflussfaktor auf das Verhalten einer Person in Bezug auf eine spezifische Aufgabe stellen neben den Erfolgserwartungen auch die subjektiven Wertüberzeugungen des Individuums dar (Eccles et al., 1983). Diese unterteilen Wigfield und Eccles (1992) in vier Aspekte: Wichtigkeit, Interesse, Nützlichkeit und Kosten. Die Wichtigkeit einer Aufgabe ergibt sich demnach daraus, inwiefern die Aufgabe dem Individuum die Möglichkeit bietet, Aspekte des eigenen Selbstschemas zu demonstrieren. Als Beispiele hierfür nennen Wigfield und Eccles (1992) die eigene Männlichkeit, Weiblichkeit und/oder Kompetenz in verschiedenen Bereichen. Das Interesse beschreibt die Freude des Individuums bei der Ausführung der Aufgabe oder das subjektive Interesse des Individuums an der Aufgabe; es ähnelt also der intrinsischen Motivation (Wigfield & Eccles, 1992). Die Nützlichkeit bezieht sich darauf, inwiefern sich die Aufgabe auf Ziele in der Zukunft, bspw. Karriereziele, bezieht und ähnelt daher eher der extrinsischen Motivation (Wigfield & Eccles, 1992). Mit den Kosten beschreiben Wigfield und Eccles (1992) alle negativen Aspekte, die mit der Aufgabe zusammenhängen, z. B. emotionale Zustände oder der Aufwand zur Bewältigung der Aufgabe.

Übertragen auf die Frage, was es benötigt, damit Lehrkräfte digitale Technologie in ihrem beruflichen Alltag zweckmäßig und verantwortungsbewusst einsetzen, benötigen Lehrkräfte in Anlehnung an Eccles et al. (1983) u. a. entsprechende Kompetenzüberzeugungen und Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien in Schule und Unterricht. Dies konnte auch in verschiedenen Studien bestätigt werden (Backfisch et al., 2020; Backfisch, Scherer et al., 2021; Rubach & Lazarides, 2021b). Das bedeutet, dass Lehrkräfte sich in Bezug auf die Nutzung digitaler Technologien in unterschiedlichen Aufgaben ihres Berufsalltags kompetent fühlen müssen. Darüber hinaus müssen sie den Technologieeinsatz im beruflichen Kontext als wichtig, interessant, nützlich und kostenarm empfinden.

2.2.2 Will, Skill, Tool-Modell

Ein Modell, das sich speziell auf die Integration digitaler Technologien in den Unterricht bezieht, ist das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016; Knezek et al., 2003). Das Modell versucht den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht durch Lehrkräfte anhand dreier Faktoren zu erklären: *will*, *skill* und *tool*. Die *will*-Komponente beschreibt die positiven Einstellungen der Lehrkraft gegenüber dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Darunter verstehen die Autor*innen auch die Akzeptanz des Wertes und der Wichtigkeit digitaler Technologien (Knezek & Christensen, 2016). Damit lässt sich eine Gemeinsamkeit zu den Wertüberzeugungen aus dem Erwartungs-Wert-Modell von Eccles et al. (1983) feststellen, die das Verhalten einer Person beeinflussen. Die *skill*-Komponente beschreibt die Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen der Lehrkraft im Umgang mit digitalen Technologien, die in der Regel durch berufliche Weiterbildung entwickelt werden (Knezek & Christensen, 2016). Auch hier lässt sich eine Parallele zum Erwartungs-Wert-Modell von Eccles et al. (1983) ziehen, welches Kompetenzüberzeugungen als wichtigen Einflussfaktor auf das Verhalten einer Person beschreibt. Die

tool-Komponente beschreibt die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit digitaler Technologien in der Schule (Knezek & Christensen, 2016). Hier hebt sich das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) durch seine Fokussierung auf den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht vom eher allgemeinen Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al., 1983) ab. Die Wichtigkeit der *tool*-Komponente heben die Autor*innen hervor, indem sie darauf verweisen, dass Lehrkräfte, die fähig und willens sind, digitale Technologien mit ihren Schüler*innen zu nutzen, jedoch in ihren Schulen keinen Zugang zu digitalen Technologien haben, nicht dazu in der Lage sind, diese Technologien im Unterricht zu nutzen (Knezek & Christensen, 2016).

Eine Studie von Petko (2012b) führte zur Erweiterung des ursprünglichen Will, Skill, Tool-Modells (Knezek et al., 2003) um eine vierte Komponente: *pedagogy*. Hiermit beziehen sich die Autor*innen auf die Überzeugungen über die eigenen Kompetenzen, digital-gestützte Unterrichtsstrategien zur Verbesserung des Lernens der Schüler*innen einzusetzen (Knezek & Christensen, 2016). Die *pedagogy*-Komponente steht damit in einem engen Zusammenhang zur *skill*-Komponente. In einer früheren Studie von Knezek et al. (2000) wurden beide Komponente noch gemeinsam unter der *skill*-Komponente zusammengefasst. Erst in einer späteren Studie (Knezek & Christensen, 2016) wurde in grundlegende (*skill*) und berufs- bzw. unterrichtsbezogene (*pedagogy*) digitale Kompetenzüberzeugungen unterschieden. Damit lassen sich Parallelen zu den Annahmen von Krumsvik (2014) und Mishra und Koehler (2006) erkennen, die davon ausgehen, dass sowohl grundlegende als auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen mit dem unterrichtlichen Einsatz digitaler Medien zusammenhängen. Hier lässt sich jedoch auch eine Einschränkung des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) erkennen, dass sich, wie TPACK (Mishra & Koehler, 2006) ausschließlich auf den unterrichtlichen Einsatz digitaler Technologien bezieht. Aufgrund der Einbettung unterrichtlicher Aufgaben in die beruflichen Aufgaben von Lehrkräften ist jedoch denkbar, dass sich das Modell auf die gesamte berufliche Nutzung digitaler Technologien und damit auch auf außerunterrichtliche Aufgaben von Lehrkräften übertragen lässt.

In Bezug auf die Frage, was es benötigt, damit Lehrkräfte digitale Technologien im unterrichtlichen bzw. beruflichen Kontext zweckmäßig und verantwortungsbewusst nutzen, benötigen Lehrkräfte nach Knezek und Christensen (2016) positive Einstellungen bzw. Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht, grundlegende sowie berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen und Zugang zu digitalen Technologien. Dies konnte auch in verschiedenen Studien mit Lehramtsstudierenden (Farjon et al., 2019; Pozas & Letzel, 2023) und Lehrkräften (Michos et al., 2023; Petko, 2012a; Rubach & Lazarides, 2021b, 2021c; Sasota et al., 2021; Schmitz et al., 2024) bestätigt werden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sich Lehrkräfte mit Hinblick auf die unterrichtliche bzw. berufliche Nutzung digitaler Technologien sowohl im alltäglichen, nicht-beruflichen als auch im beruflichen Kontext dazu in der Lage fühlen müssen, digitale Technologien zu nutzen. Weiterhin müssen Lehrkräfte den Einsatz digitaler Technologien als wertvoll und wichtig erachten und darüber hinaus müssen ihnen in der Schule digitale Technologien zur Verfügung gestellt bzw. zugänglich

gemacht werden, damit sie diese entsprechend im Unterricht sowie darüber hinaus im beruflichen Kontext nutzen können.

2.2.3 Zusammenfassung des Kapitels

Bei der Betrachtung der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) und des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) zeigen sich einige Gemeinsamkeiten: Beide Modelle postulieren, dass das Verhalten einer Person durch deren Kompetenzüberzeugungen sowie deren Wertüberzeugungen in Bezug auf eine bestimmte Aufgabe beeinflusst wird. Während die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) ein allgemeines Modell zur Beschreibung von Motivation darstellt, bezieht sich das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) explizit auf die Nutzung digitaler Technologien im Unterricht. In diesem Kontext bezieht das Modell von Knezek und Christensen (2016) neben den Kompetenzüberzeugungen und Wertüberzeugungen von Lehrkräften noch eine weitere Komponente ein, die ebenfalls wichtig für den Einsatz digitaler Technologien ist: die Verfügbarkeit von und der Zugang zu digitalen Technologien in der Schule. Auch wenn sich das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) theoretisch auf die Nutzung digitaler Technologien im Unterricht bezieht, ist denkbar, dass sich das Modell auf die gesamte berufliche Nutzung digitaler Technologien und damit auch deren außerunterrichtliche Nutzung erweitern lässt.

In Anlehnung an die Modelle von Eccles et al. (1983) und Knezek und Christensen (2016) untersucht die vorliegende Studie, inwiefern die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften mit soziodemographischen Faktoren, Werteüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien, der Nutzung digitaler Technologien und schulischen Kontextfaktoren, wie der technischen Schulausstattung, der Unterstützung seitens der Schule und der Schulart, zusammenhängen.

3 Forschungsstand

Nachfolgend soll ein Überblick über den für die vorliegende Arbeit relevanten Forschungsstand zu den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte gegeben werden. Konkret werden zu Beginn die Ergebnisse von Studien vorgestellt, die die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften untersuchen. Anschließend wird auf Unterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den einzelnen Phasen der Lehrkräftebildung eingegangen. Darauffolgend werden empirische Befunde zu den Mustern bzw. Profilen digitaler Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften vorgestellt. Davon ausgehend wird der Frage nachgegangen, inwiefern die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte mit individuellen Faktoren zusammenhängen. Genauer betrachtet werden hierbei soziodemographische Faktoren und individuelle Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien der (angehenden) Lehrkräfte sowie deren Nutzung digitaler Technologien im Alltag und im Beruf. Anschließend sollen die Zusammenhänge zwischen den

grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften und Kontextfaktoren erläutert werden. Hier werden die technische Schulausstattung, die Unterstützung bei der Technologienutzung seitens der Schule und die Schulart fokussiert.

3.1 Digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften

3.1.1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften

Wie bereits in Kapitel 2.1.1 beschrieben, gibt es mehrere Ansätze zur inhaltlichen Beschreibung der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Eine Möglichkeit, die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung global, also im Allgemeinen und ohne in verschiedene Kompetenzdimensionen zu unterscheiden, zu erheben, stellt die technologische Wissenskomponente des TPACK-Modells (Mishra & Koehler, 2006) dar. Betrachtet man ausschließlich diese Wissenskomponente, zeigen sich zumeist durchschnittliche¹⁰ (Dong et al., 2015; Ekrem & Recep, 2014; Scherer et al., 2017; M. Schmid et al., 2021; Zinn et al., 2022) bis eher hohe (Greene et al., 2023; Hahn et al., 2022; Kotzebue, 2023; Saltan & Arslan, 2017; Wohlfart & Wagner, 2024) globale grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden. Bei Lehramtsreferendar*innen verweist eine Studie von Mödinger et al. (2023) auf durchschnittliche grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen in Bezug auf die technologische Wissenskomponente. Bei Lehrkräften zeigen sich hier durchschnittliche (Backfisch, Scherer et al., 2021; Schulze-Vorberg et al., 2021) bis eher hohe globale grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Dong et al., 2015; Endberg, 2019; Li et al., 2022; López-Vargas et al., 2017; Paidican Soto et al., 2024; Saltan & Arslan, 2017).

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Studien, die ebenfalls die globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften erheben und nicht auf die Dimensionalität grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2023a) eingehen. Als ein Vorteil der globalen Betrachtung grundlegender digitaler Kompetenzdimensionen könnte die Ökonomie in der Befragungsdurchführung betrachtet werden. So liegt die Vermutung nahe, dass zur globalen Erfassung grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen weniger Items benötigt werden als bei der Erfassung verschiedener Dimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen¹¹. Ergebnisse einer Studie von Hoerger (2010) deuten darauf hin, dass die Dropout-Quote von Teilnehmenden einer Untersuchung mit der Anzahl der untersuchten Items steigt.

¹⁰ Da in den meisten Studien fünfstufige Likert-Antwortskalen verwendet werden, wurde folgende Aufteilung gewählt: $1 \leq M \leq 1,49$ = niedrige Kompetenzüberzeugungen; $1,50 \leq M \leq 2,49$ = eher niedrige Kompetenzüberzeugungen; $2,50 \leq M \leq 3,49$ = durchschnittliche Kompetenzüberzeugungen; $3,50 \leq M \leq 4,49$ = eher hohe Kompetenzüberzeugungen; $4,50 \leq M \leq 5$ = hohe Kompetenzüberzeugungen. Für abweichende Skalierungen wurde die Aufteilung entsprechend angepasst.

¹¹ So nutzen bspw. D. A. Schmidt et al. (2009) zur Erfassung der globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen mithilfe der technologischen Wissenskomponente von TPACK bei Lehramtsstudierenden sieben Items, während Rubach und Lazarides (2019) die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden in sieben Kompetenzdimensionen mit insgesamt 21 Items erfassen.

Die Ergebnisse dieser Studien weisen auf eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden (Aslan & Zhu, 2016; Johnson et al., 2023) sowie durchschnittliche (Saikkonen & Kaarakainen, 2021) bis eher hohe (Aslan & Zhu, 2016; Choi et al., 2018; M. K. Omar & Mohmad, 2023; Sundqvist et al., 2021) grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften hin.

In den vergangenen Jahren wurden die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen jedoch vermehrt unter Berücksichtigung ihrer Dimensionalität erhoben. Im Vergleich zur globalen Erhebung grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen hat dies u. a. den Vorteil, dass die Kompetenzüberzeugungen und ihre Zusammenhänge mit anderen Faktoren differenzierter und detaillierter betrachtet werden können. Viele dieser Studien orientieren sich dabei am DigComp-Modell (Ferrari, 2013) bzw. am Kompetenzmodell der KMK (2017), welche weitgehende Übereinstimmungen aufweisen.

In der Kompetenzdimension *Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren* bzw. *Informations- und Datenkompetenz* berichten Lehramtsstudierende durchschnittliche (Jiménez-Hernández et al., 2020) bis eher hohe (Rubach & Lazarides, 2019; Sergeeva et al., 2024) grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen. Lehrkräfte zeigen in dieser Kompetenzdimension hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2021a).

In der Kompetenzdimension *Kommunizieren und Kollaborieren* zeigen sich bei Lehramtsstudierenden ebenfalls durchschnittliche (Jiménez-Hernández et al., 2020) bis eher hohe (Rubach & Lazarides, 2019; Sergeeva et al., 2024) grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen. Bei Lehrkräften zeigen sich in dieser Kompetenzdimension hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2021a).

Hinsichtlich der Kompetenzdimension *Produzieren und Präsentieren* berichten Lehramtsstudierende in einer Studie von Jiménez-Hernández et al. (2020) eher niedrige grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen, während Lehramtsstudierende in anderen Studien eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen in dieser Kompetenzdimension berichten (Pozas & Letzel, 2023; Rubach & Lazarides, 2019; Sergeeva et al., 2024). Lehrkräfte zeigen in dieser Kompetenzdimension eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2021a).

In der Kompetenzdimension *Schützen und sicher Agieren* zeigen Lehramtsstudierende durchschnittliche (Jiménez-Hernández et al., 2020) bis eher hohe (Pozas & Letzel, 2023; Rubach & Lazarides, 2019; Sergeeva et al., 2024) grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen. Bei Lehrkräften zeigen sich in dieser Kompetenzdimension eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2021a).

Hinsichtlich der Kompetenzdimension *Problemlösen und Handeln* berichten Lehramtsstudierende durchschnittliche (Jiménez-Hernández et al., 2020; Rubach & Lazarides, 2019) bis eher hohe

grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Pozas & Letzel, 2023; Sergeeva et al., 2024). Lehrkräfte berichten für diese Kompetenzdimension eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Rubach & Lazarides, 2021a).

In der für das KMK-Kompetenzmodell (KMK, 2017) speziellen Kompetenzdimension *Analysieren und Reflektieren* berichten Lehramtsstudierende (Pozas & Letzel, 2023; Rubach & Lazarides, 2019; Sergeeva et al., 2024) sowie Lehrkräfte (Rubach & Lazarides, 2021a) eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen.

Weiterhin gibt es Studien, die die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte ebenfalls in verschiedenen Kompetenzdimensionen untersuchen, sich dabei jedoch nicht am Kompetenzmodell der KMK (2017) oder an DigComp (Ferrari, 2013) orientieren: Eine Untersuchung von Yang et al. (2022) orientiert sich bspw. am Rahmenmodell „Information Technology Application Ability Standards for Primary and Secondary School Teachers (Trial)“ des chinesischen Bildungsministeriums (2014). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Lehramtsstudierende sowie Lehrkräfte in den Kompetenzdimensionen *Bewusstsein und Einstellung*, *Technische Umgebung* und *Informationsethik und -sicherheit* über eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen. In einer Untersuchung von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) wurde ein selbst konzipiertes Kompetenzmodell verwendet, dass sich u. a. an den „ISTE National educational technology standards (NETS) and performance indicators for teachers“ der International Society for Technology in Education (2002) orientiert. In dieser Studie berichten Lehrkräfte in den Kompetenzdimensionen *Computernutzung*, *Grundlegende Computerprogramme* und *Informations- und Kommunikationstechnologien* durchschnittliche grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen, während sie in der Kompetenzdimension *Multimedia und Präsentationen* eher niedrige Kompetenzüberzeugungen berichten. Ergebnisse der Untersuchungen von Scherer und Siddiq (2015) sowie von I. K. R. Hatlevik und Hatlevik (2018) zeigen, dass Lehrkräfte durchschnittliche grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen hinsichtlich der *Nutzung eines Tabellenkalkulationsprogramms*, der *Teilnahme an einer Diskussion in einem Online-Forum*, der *Kollaboration mithilfe geteilter Dokumente* und der *Installation von Software* aufweisen. Die Autor*innen nutzten hierfür ein Instrument der ICILS-Studie 2013 (Fraillon et al., 2013), welches die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen mithilfe von vier Items erfasst.

Insgesamt deutet die Studienlage darauf hin, dass (angehende) Lehrkräfte über durchschnittliche bis eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen. Bisher liegen jedoch nur wenige Untersuchungen vor, die verschiedene Dimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung betrachten. Daher ist es ein Ziel dieser Studie, die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in verschiedenen Kompetenzdimensionen theoriebasiert auf Grundlage des Kompetenzmodells der KMK (2017) zu untersuchen.

3.1.2 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften

Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen lassen sich, wie in Kapitel 2.1.2 dargelegt, inhaltlich unterschiedlich beschreiben. Ein Modell, das häufig bei der Erhebung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte Anwendung findet, ist das TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2006). Es eignet sich jedoch eher zur globalen Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte, da die erfassten technologiebezogenen Wissenskomponenten die vielfältigen beruflichen Aufgaben von Lehrkräften nicht umfassend und detailliert, wie bspw. im DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b), erfassen. Die technologisch-pädagogisch-inhaltliche Wissenskomponente kann jedoch als Indikator für die globalen berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften angesehen werden. Bei der Betrachtung dieser Wissenskomponente zeigen Lehramtsstudierende durchschnittliche (Dong et al., 2015; Ekrem & Recep, 2014; Jenßen et al., 2023; Scherer et al., 2017; Wohlfart & Wagner, 2024; Zinn et al., 2022) bis eher hohe (Fabian et al., 2024; Greene et al., 2023; Kotzebue, 2023; Saltan & Arslan, 2017; Scherer et al., 2018; Wang & Zhao, 2021) globale berufsbezogene digitale Kompetenzeinschätzungen. Mit Blick auf Lehramtsreferendar*innen verweist eine Studie von Mödinger et al. (2023) auf durchschnittliche berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in Bezug auf die technologisch-pädagogisch-inhaltliche Wissenskomponente. Bei Lehrkräften zeigen sich hier durchschnittliche (Jenßen et al., 2023) bis eher hohe (Chiu et al., 2024; Dong et al., 2015; Li et al., 2022; López-Vargas et al., 2017; Mußmann et al., 2021; Paidican Soto et al., 2024; Runge et al., 2022; Runge et al., 2024; Saltan & Arslan, 2017; Schmitz et al., 2023) globale berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen.

Auch andere Studien untersuchen die globalen berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen, zumeist in Bezug auf die Nutzung digitaler Technologien im Unterricht. Hier zeigen sich bei Lehramtsstudierenden durchschnittliche (Andreasen et al., 2022; Aslan & Zhu, 2016; Pozas & Letzel, 2023; Pozas et al., 2022) bis eher hohe (Bertram et al., 2023; Jenßen et al., 2023; Valtonen et al., 2015) globale berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Auch Lehrkräfte berichten durchschnittliche (Aslan & Zhu, 2016; M.-T. Kaarakainen & Saikkonen, 2021) bis eher hohe (Alt, 2018; Bertram et al., 2023; Jenßen et al., 2023; M. K. Omar & Mohmad, 2023; Rubach & Lazarides, 2021b) globale berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen.

Darüber hinaus existieren auch Studien, die die Dimensionalität berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen verschiedenartig abdecken. So untersucht zwar bislang keine Studie die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen in allen Kompetenzdimensionen von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b), jedoch lassen sich Studienergebnisse einzelnen Kompetenzdimensionen des Rahmenmodells zuordnen: Die Kompetenzdimension *Berufliches Engagement* umfasst Subdimensionen zur *Beruflichen Kommunikation*, *Beruflichen Zusammenarbeit*, *Reflektierten Praxis* und *Digitalen Weiterbildung*. In

einer Studie von (Yang et al., 2022) berichten sowohl Lehramtsstudierende als auch Lehrkräfte eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in den Subdimensionen *Berufliche Kommunikation*, *Berufliche Zusammenarbeit* und *Digitale Weiterbildung*. Auch in einer Studie von García-Vandewalle García et al. (2023) berichten Lehramtsstudierende in Bezug auf ihr Studium eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der *Beruflichen Kommunikation* und der *Beruflichen Zusammenarbeit*. Ergebnisse anderer Untersuchungen verweisen jedoch hinsichtlich der *Beruflichen Kommunikation* auf eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden (Fehrmann, 2023) und Lehrkräften (Almerich et al., 2016; Suárez-Rodríguez et al., 2018). Auch zeigen die Ergebnisse einer Studie von Dai (2023) bei Lehramtsstudierenden eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der Subdimension *Berufliche Zusammenarbeit*. Weiterhin berichten Lehrkräfte in einer Studie von Tzafilkou et al. (2023) durchschnittliche berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der Subdimension *Digitale Weiterbildung* und niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen hinsichtlich der Schulentwicklung, die zur Subdimension *Reflektierte Praxis* gezählt werden kann.

In einer Studie von Chiu et al. (2024) wurden Kompetenzen aus den Kompetenzdimensionen *Berufliches Engagement* und *Digitale Ressourcen* über einen gemeinsamen Faktor erfasst. Auch wurden Kompetenzen aus den Kompetenzdimensionen *Digitale Ressourcen* und *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* in einem weiteren gemeinsamen Faktor erfasst. In beiden Fällen berichten Lehrkräfte eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Zur Kompetenzdimension *Digitale Ressourcen* zählen Kompetenzen zum *Auswählen*, *Erstellen und Anpassen* sowie *Organisieren*, *Schützen und Teilen*. Hinsichtlich des *Auswählens* berichten sowohl Lehramtsstudierende (Fehrmann, 2023) als auch Lehrkräfte (Wu et al., 2022) eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Weiterhin berichten Studierende beim *Erstellen* durchschnittliche (Kadioğlu-Akbulut et al., 2023) bis eher hohe (García-Vandewalle García et al., 2023) berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Beim *Erstellen und Anpassen* berichten sowohl Lehramtsstudierende als auch Lehrkräfte eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Yang et al., 2022). Weiterhin zeigen Lehramtsstudierende im *Organisieren*, *Schützen und Teilen* eher hohe berufsbezogene Kompetenzüberzeugungen (García-Vandewalle García et al., 2023; Kadioğlu-Akbulut et al., 2023). Lehrkräfte berichten durchschnittliche (Almerich et al., 2016; Suárez-Rodríguez et al., 2018) bzw. hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im *Organisieren*, *Schützen und Teilen* (Fehrmann, 2023; Wu et al., 2022).

Die Kompetenzdimension *Lehren und Lernen* umfasst die Subdimensionen *Lehren*, *Lernbegleitung*, *Kollaboratives Lernen* und *Selbstgesteuertes Lernen*. Das *Lehren* bezieht sich vor allem auf die Planung von Unterricht; hier zeigen Lehramtsstudierende eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Fehrmann, 2023; Kadioğlu-Akbulut et al., 2023). Lehrkräfte berichten in Bezug auf die Subdimension *Lehren* durchschnittliche (Almerich et al., 2016; I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; Scherer & Siddiq, 2015; Suárez-Rodríguez et al., 2018; Tzafilkou et al., 2023) bis eher

hohe (Gao et al., 2023) berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Bei der *Lernbegleitung* zeigen sich eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden (Vogelsang et al., 2023), während sich hier bei Lehrkräften eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen feststellen lassen (Tzafilkou et al., 2023). Zu den Subdimensionen *Kollaboratives Lernen* und *Selbstgesteuertes Lernen* konnten keine entsprechenden Ergebnisse gefunden werden. Daher werden stattdessen Ergebnisse zum Unterrichten mit digitalen Medien herangezogen: Lehramtsstudierende berichten hier durchschnittliche (Vogelsang et al., 2023) bis eher hohe (Doll et al., 2022; Kadioğlu-Akbulut et al., 2023) berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Lehrkräfte zeigen in Bezug auf das Unterrichten mit digitalen Medien in einer Studie von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) eher niedrige, in einer Studie von Gao et al. (2023) sowie in einer Studie von M. N. Omar und Ismail (2021) jedoch eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen.

Zur Kompetenzdimension *Evaluation* gehören die Subdimensionen *Lernstand erheben*, *Lernevidenzen analysieren* und *Feedback und Planung*. Hinsichtlich der Kompetenzdimension *Evaluation* zeigen sich bei Lehramtsstudierenden eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Doll et al., 2022). Lehrkräfte berichten durchschnittliche (Michos et al., 2023) bis eher hohe (Gao et al., 2023) berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in der *Evaluation*. Bei der Betrachtung der Subdimensionen zeigt sich, dass Lehrkräfte durchschnittliche berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in den Subdimensionen *Lernstand erheben* und *Lernevidenzen analysieren* berichten (I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; Scherer & Siddiq, 2015). In der Subdimension *Feedback und Planung* zeigen sich bei Lehrkräften jedoch eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Tzafilkou et al., 2023).

Die Kompetenzdimension *Lernerorientierung* setzt sich aus den Subdimensionen *Digitale Teilhabe*, *Differenzierung und Individualisierung* und *Aktive Einbindung der Lernenden* zusammen. Lehramtsstudierende berichten in der Kompetenzdimension *Lernerorientierung* eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Dai, 2023). Lehrkräfte berichten währenddessen eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in diesem Bereich (M. N. Omar & Ismail, 2021). Zudem zeigt eine Untersuchung von Runge et al. (2023), dass Lehrkräfte über durchschnittliche berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in den Subdimensionen *Differenzierung und Individualisierung* sowie *Aktive Einbindung der Lernenden* verfügen.

Die Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* wurde in bisherigen Studien global erfasst, sodass keine genaueren Angaben zu den einzelnen Subdimensionen (*Informations- und Medienkompetenz*, *Kommunikation und Kollaboration*, *Erstellung digitaler Inhalte*, *Verantwortungsvoller Umgang* und *Digitales Problemlösen*) gemacht werden können. Lehramtsstudierende berichten in Bezug auf die Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Dai,

2023). Lehrkräfte zeigen hingegen eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen in dieser Kompetenzdimension (Wu et al., 2022).

Wie bereits beschrieben, gibt es bislang keine Studie, die die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften allgemeinbildender Schulen in Anlehnung an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) untersucht und dabei *alle* Kompetenzüberzeugungen abbildet. Es ist jedoch anzumerken, dass bereits einige Studien die Ausprägung der Nutzung digitaler Technologien in Schule und Unterricht in Anlehnung an das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b) untersuchen (z. B. Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019; Lucas et al., 2021).¹² Die Ergebnisse dieser Studien zeigen durchschnittliche Nutzungsfähigkeiten bei Lehrkräften (Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019; Lucas et al., 2021). Weiterhin untersuchte eine Studie von Cattaneo et al. (2022) die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Berufsschullehrkräften in Anlehnung an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b). Die Berufsschullehrkräften berichten hier durchschnittliche bis eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der vorgestellten Studien, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte eine breite Streuung von eher niedrigen bis eher hohen Kompetenzüberzeugungen aufweisen. Die Nutzung unterschiedlicher Instrumente mit verschiedenen, uneinheitlichen Kompetenzdimensionen erschwert es jedoch, Aussagen über die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und deren Ausprägungen in verschiedenen Kompetenzdimensionen zu treffen (Rubach, 2024). Auch hinsichtlich der theoretischen Konzeption von Studien erschwert die Vielfältigkeit an Messinstrumenten zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen die Auswahl eines passenden Instruments und damit auch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Studien. Dies führt auch zu einer gewissen Unübersichtlichkeit des Feldes und steht im Zusammenhang mit der uneinheitlichen Definition berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen in der Bildungswissenschaft, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben. Zudem hat bislang noch keine Studie die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften allgemeinbildender Schulen in Anlehnung an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) untersucht. Daher setzt sich diese Arbeit zum Ziel, ein Instrument zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen auf Basis des DigCompEdu-Rahmenmodells zu entwickeln und zu validieren, um damit die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in allen drei Phasen der Lehrkräftebildung zu untersuchen und deren Ausprägungen vergleichen zu können.

¹² Zur Erfassung der Nutzung digitaler Technologien in Schule und Unterricht sollten Lehrkräfte hier bspw. Aussagen dazu treffen, inwiefern sie digitale Technologien nutzen, um mit Kolleg*innen innerhalb und außerhalb ihrer Bildungsorganisation zusammenzuarbeiten. Mithilfe der getroffenen Aussagen in allen sechs erfassten Kompetenzbereichen wurden die Lehrkräfte dann einem Fähigkeitslevel von A1 bis C2 zugeordnet.

3.1.3 Unterschiede in digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den Phasen der Lehrkräftebildung

Der Lehrkräftebildung obliegt die wichtige Aufgabe, (angehenden) Lehrkräften Lerngelegenheiten zur Entwicklung beruflicher Kompetenzen zur Verfügung zu stellen, die sie zur Ausübung ihres Berufs benötigen. Eine Besonderheit des deutschen Bildungssystems liegt im Aufbau der Lehrkräftebildung: Während andere Länder über ein zweiphasiges System der Lehrkräftebildung (Studium und Weiterbildung im Beruf) verfügen, gibt es in Deutschland drei Phasen der Lehrkräftebildung: Die erste Phase stellt das Lehramtsstudium an einer Universität oder Pädagogischen Hochschule dar. Das Studium unterteilt sich in den meisten deutschen Bundesländern in Bachelor- und Masterstudium und dauert in der Regel fünf Jahre. Nach Abschluss des Studiums absolvieren angehende Lehrkräfte in Deutschland den Vorbereitungsdienst bzw. das Referendariat (Hollenstein et al., 2020). Hierbei sind die Lehramtsreferendar*innen meist an vier Tagen pro Woche in der Ausbildungsschule zur schulpraktischen Ausbildung und besuchen an einem Tag in der Woche das Studienseminar, an dem sie ihre pädagogische und fachdidaktische Ausbildung erhalten. Die Dauer des Referendariats unterscheidet sich zwischen den Bundesländern, beträgt jedoch in der Regel 18 Monate. Das Referendariat schließt mit dem Staatsexamen ab, welches zur Arbeit an deutschen Schulen qualifiziert (Peitz & Harring, 2021). Die dritte Phase der Lehrkräftebildung in Deutschland stellt schließlich die Phase des beruflichen Lernens, also der Weiterbildung im Beruf, dar. Zwar besteht in allen deutschen Bundesländern eine Pflicht zur kontinuierlichen Fortbildung, jedoch muss der Besuch von Fortbildungen nicht in allen Bundesländern nachgewiesen werden. Weiterhin können die Lehrkräfte hier selbst entscheiden, welche Inhalte und Themen sie weiter vertiefen wollen. Hierzu stehen ihnen verschiedene Lerngelegenheiten, z. B. Fortbildungs- und Weiterbildungskurse, kollegialer Austausch und Fachliteratur, zur Verfügung (Richter & Richter, 2020). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Lehramtsstudium auf theoretisches Wissen und wissenschaftliches Arbeiten fokussiert und durch Schulpraktika bereits erste Praxiserfahrungen ermöglicht. Im Referendariat steht dann die Anwendung des in der Universität oder Pädagogischen Hochschule erworbenen Wissens im Mittelpunkt. Die dritte Phase der Lehrkräftebildung, das Lernen im Beruf, soll schließlich der Konsolidierung und Entwicklung der beruflichen Kompetenzen der Lehrkräfte dienen.

Nur wenige Studien untersuchen bislang Unterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung. Diese Studien betrachten dann auch lediglich Lehramtsstudierende und Lehrkräfte; zum Vergleich von Lehramtsreferendar*innen mit Lehramtsstudierenden bzw. Lehrkräften konnten keine Studien gefunden werden. Die Untersuchungen zum Vergleich digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften zeigen teils divergierende Befunde:

So zeigen die Ergebnisse einer Untersuchung von Nieto-Isidro et al. (2022), dass Lehramtsstudierende über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Lehrkräfte. Dieser Befund

kann auch in einer Studie von Teo (2015) bestätigt werden. Aslan und Zhu (2016) verglichen die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften mit maximal drei Jahren Berufserfahrung miteinander. Auch hier zeigte sich, dass die Lehramtsstudierenden sowohl höhere grundlegende als auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen berichten als Lehrkräfte mit maximal drei Jahren Berufserfahrung. In einer Studie von Saltan und Arslan (2017) berichten Lehramtsstudierende höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen als Lehrkräfte, aber Lehrkräfte berichten höhere berufsbezogene digitale Kompetenzen als Lehramtsstudierende. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Autoren keine Angaben zur Signifikanz der Mittelwertsunterschiede machen. Weiterhin zeigen Ergebnisse einer Studie von Turgut (2017), dass Lehramtsstudierende zwar ihre grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen höher einschätzen als Lehrkräfte, jedoch zeigen sich bei den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen keine Gruppenunterschiede. Ergebnisse einer Untersuchung von Bertram et al. (2023) zeigen ebenfalls keine Unterschiede zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften. In einer Untersuchung von Aygün und İlhan (2020) zeigen sich zudem keine Unterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften. Auch zeigt eine Studie von Yang et al. (2022), dass sich Lehramtsstudierende und Lehrkräfte nicht in ihren grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen voneinander unterscheiden. Lediglich bei der Betrachtung einzelner Dimensionen zeigt sich, dass Lehrkräfte in den grundlegenden digitalen Kompetenzdimensionen zum Bewusstsein bzw. zur Einstellung sowie zur technischen Umgebung höhere Kompetenzüberzeugungen berichten als Lehramtsstudierende. Auch Befunde von Dong et al. (2015) verweisen darauf, dass Lehrkräfte über höhere grundlegende sowie berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im Vergleich zu Lehramtsstudierenden verfügen.

Insgesamt zeigt sich ein uneinheitliches Bild beim Vergleich der digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften, während für Lehramtsreferendar*innen bislang keine Daten vorliegen. Einschränkend ist hierbei jedoch zu beachten, dass laut Rothland (2018) Lehramtsstudierende dazu tendieren, ihre eigenen Kompetenzen zu überschätzen, also über Kompetenzüberzeugungen verfügen, die „über“ ihren eigentlichen Kompetenzen liegen. Dies konnte auch in einer Studie von Max et al. (2022) bestätigt werden. Hier wurden Lehramtsstudierende vor und nach einer Projektarbeit mithilfe eines TPACK-Instruments nach ihren digitalen Kompetenzüberzeugungen befragt. Ebenfalls wurde ein TPACK-Leistungstest durchgeführt und mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen der Studierenden verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Lehramtsstudierenden sich sowohl vor als auch nach der Projektarbeit in ihren digitalen Kompetenzen überschätzen. Zudem zeigte sich bei leistungsschwächeren Lehramtsstudierenden ein größerer Abstand zwischen den Ergebnissen des TPACK-Leistungstests und den eigenen digitalen Kompetenzüberzeugungen als bei leistungsstärkeren Lehramtsstudierenden. Dies deutet darauf hin, dass insbesondere Lehramtsstudierende mit eher niedrigen digitalen Kompetenzen in Untersuchungen dazu neigen, im Vergleich zu ihren Kompetenzen

eher zu hohe Kompetenzüberzeugungen zu berichten. Diese Tendenz zur Überschätzung von Lehramtsstudierenden sollte daher beachtet werden, wenn die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte über verschiedene Phasen der Lehrkräftebildung hinweg betrachtet und miteinander verglichen werden.

3.1.4 Profile digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte

Bislang existieren nur wenige Studien, die untersuchen, ob sich bei (angehenden) Lehrkräften Muster in ihren digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen. Personenzentrierte Analysemethoden, wie bspw. latente Klassenanalysen und latente Profilanalysen¹³, helfen jedoch dabei, die Heterogenität (angehender) Lehrkräfte hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzüberzeugungen aufzuzeigen und zu verstehen. So deutet eine Untersuchung von J. Lee (2023) darauf hin, dass Lehrkräfte unterschiedliche Muster in ihrer unterrichtlichen Nutzung digitaler Technologien zeigen. Weiterhin identifizierte eine Studie von I. Schmidt et al. (2022) unterschiedliche Profile digitaler Kompetenzen bei deutschen Erwachsenen. Demnach kann auch für (angehende) Lehrkräfte angenommen werden, dass sie sich in unterschiedliche Profile hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzüberzeugungen einteilen lassen.

Heuling et al. (2021) haben mithilfe latenter Profilanalysen untersucht, ob sich bei Ingenieurwissenschaftsstudierenden und Lehramtsstudierenden der Naturwissenschaften verschiedene Profile grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen feststellen lassen. Die Autor*innen orientierten sich inhaltlich an DigComp (Ferrari, 2013) und untersuchten fünf Kompetenzdimensionen: *Informationsverarbeitung, Kommunikation, Erstellen von Inhalten, Schutz und Sicherheit* sowie *Problemlösung*. Die Ergebnisse weisen auf vier Profile grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen bei den Studierenden hin: hohe digitale Kompetenzüberzeugungen (27 %), eher hohe digitale Kompetenzüberzeugungen (44 %), eher niedrige digitale Kompetenzüberzeugungen (21 %) und niedrige digitale Kompetenzüberzeugungen (8 %).

Eine Studie von Rubach und Lazarides (2021c) untersuchte Profile grundlegender sowie berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden. Die Autorinnen nutzten ein Instrument, das inhaltlich an das KMK-Modell (KMK, 2017) angelehnt ist, jedoch über eine weitere, professionsbezogene Kompetenzdimension verfügt. So untersuchte die Studie die folgenden sieben Kompetenzüberzeugungen: *Suchen und Verarbeiten, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln, Analysieren und Reflektieren* sowie *Unterrichten und Implementieren*. Die Studie identifizierte drei Profile grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden: moderate professionsbezogene Basiskompetenzen und geringe Fähigkeiten zur Gestaltung digitaler Inhalte (12,1 %), moderate professionsbezogene Basiskompetenzen und moderate Fähigkeiten zur Gestaltung

¹³ Die latente Klassenanalyse ist ein exploratives Verfahren zur „Klassifizierung von Personen in homogene Subgruppen („latente Klassen““ (Geiser 2011, S. 235) anhand deren Antwortmuster kategorialer Fragebogen-Items. In der latenten Profilanalyse werden hingegen Antwortmuster kontinuierlicher Fragebogen-Items genutzt (Spurk et al. 2020).

digitaler Inhalte (33,7 %) sowie hohe professionsbezogene Basiskompetenzen und hohe Fähigkeiten zur Gestaltung digitaler Inhalte (54,2 %).

Eine Studie, die sich ausschließlich auf berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden bezieht und deren Muster untersucht, wurde von Zhdanov et al. (2023) durchgeführt. Die Autor*innen untersuchten die Profile der Lehramtsstudierenden hinsichtlich zwei berufsbezogener digitaler Kompetenzdimensionen: *Unterstützung von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Technologien* und *Didaktische Gestaltung*. Hier liegt auch eine Schwäche der Studie, da bei latenten Profilanalysen mit nur zwei Indikatoren nur bedingt von Mustern gesprochen werden kann. Dennoch identifizierten die Autor*innen vier Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden: niedrige Kompetenz (10,43 %), moderate Kompetenz (48,16 %), hohe Kompetenz (24,85 %) und sehr hohe Kompetenz (16,56 %).

Gao et al. (2023) untersuchten mithilfe latenter Klassenanalysen die berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von Lehrkräften. Die Autor*innen setzten hierbei ein selbstentwickeltes Instrument ein, welches fünf Kompetenzdimensionen unterscheidet: *Unterrichtsplanung (Digital teaching instructional design)*, *Unterrichtsdurchführung (Digital teaching implementation)*, *Evaluation (Digital teaching evaluation)*, *Verantwortung (Digital teaching responsibility)* und *Einstellung (Digital attitude)*. Die Ergebnisse weisen auf drei Klassen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften hin: niedrig (11,7 %), mittel (45,3 %) und hoch (43,0 %). Die drei Klassen unterscheiden sich weniger im Antwortmuster, sondern vor allem hinsichtlich ihrer Ausprägung. Auch die Benennung der Klassen scheint insbesondere auf deren Vergleich miteinander bezogen zu sein, da die Kompetenzüberzeugungen in der gesamten Stichprobe eher hoch ausgeprägt sind und selbst in der niedrigen Klasse noch im durchschnittlichen Bereich liegen.

Eine weitere Studie zu den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften wurde von Endberg (2019) in Form einer latenten Klassenanalyse durchgeführt. Die inhaltliche Basis für diese Studie bildet das TPACK-Modell (Mishra & Koehler, 2006). Damit berücksichtigt die Untersuchung neben dem technologischen, dem technologisch-pädagogischen und dem technologisch-pädagogisch-inhaltlichen Wissen auch das pädagogisch-inhaltliche und das technologisch-inhaltliche Wissen. Da das pädagogisch-inhaltliche und das technologisch-inhaltliche Wissen jeweils nur von einem Indikator repräsentiert werden und die übrigen Wissenskomponenten von jeweils mindestens fünf Indikatoren, liegt der Fokus der latenten Klassenanalyse auf den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. Die Autorin identifizierte vier Klassen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften: sehr hohe TPACK-Einschätzung (25,0 %), eher hohe TPACK-Einschätzung (44,2 %), mittlere TPACK-Einschätzung (23,0 %) und geringe TPACK-Einschätzung (7,8 %). Auch hier unterscheiden sich die Profile weniger im Antwortmuster, sondern eher in ihrer Ausprägung, was laut der Autorin auf eine Eindimensionalität der TPACK-Selbsteinschätzung hindeuten könnte.

Über die bisher genannten Studien hinaus wurden auch Untersuchungen durchgeführt, bei denen die grundlegenden oder berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften als ein Indikator von vielen in latenten Klassen- oder Profilanalysen untersucht wurden. Da die Ergebnisse dieser Studien somit keine Rückschlüsse auf Muster in den berufsbezogenen (digitalen) Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften liefern, sollen sie nur kurz Erwähnung finden: So haben Aydin et al. (2018) bei Lehramtsstudierenden die Kompetenzüberzeugungen zum lebenslangen Lernen mithilfe latenter Klassenanalysen untersucht. Hierbei stellen die digitalen Kompetenzüberzeugungen nur einen von sechs Indikatoren, neben bspw. Entscheidungskompetenzüberzeugungen, dar. Auch Tondeur et al. (2017) führten eine Untersuchung mit Lehramtsstudierenden durch. Im Zentrum der latenten Profilanalysen stehen neben den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehramtsstudierenden auch ihr technologisches Wissen, der Bedienkomfort digitaler Technologien, ihre Einstellungen zum Einsatz digitaler Technologien im Bildungsbereich, ihre generellen Einstellungen gegenüber digitalen Technologien sowie ihre Vorbereitung auf die Nutzung digitaler Technologien im beruflichen Kontext. Wu et al. (2021) untersuchten mithilfe latenter Profilanalysen die digitalisierungsbezogenen Dispositionen von Lehrkräften. Neben berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen wurden auch die Motivation zum Einsatz von digitalen Technologien, die berufliche Nutzung digitaler Technologien innerhalb und außerhalb des Klassenzimmers, die Einstellungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und die Förderung digitaler Kompetenzen bei Schüler*innen in das Modell integriert. Eine Studie von Howard et al. (2021) untersuchte neben den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften die Nutzung digitaler Technologien im coronabedingten Fernunterricht und den schulischen Support beim Fernunterricht mithilfe einer latenten Profilanalyse. Schulze-Vorberg et al. (2021) nutzten latente Profilanalysen, um bei Lehrkräften Muster hinsichtlich ihrer berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen, ihrem technologischen Wissen, ihrem technologisch-pädagogischen Wissen, ihrem Umgang mit digitalen Problemsituationen im Unterricht und die Nutzung digitaler Medien im Unterricht zu identifizieren. Eine Studie von Pozas et al. (2022) untersuchte mithilfe latenter Klassenanalysen die Wertüberzeugungen, berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen und Sorgen hinsichtlich der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht von Lehramtsstudierenden.

Verschiedene Studien haben darüber hinaus untersucht, inwiefern sich Lehrkräfte bspw. in Bezug auf ihre Einstellungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht (Eickelmann & Vennemann, 2017; Wijnen et al., 2023; Xu, 2022) oder in Bezug auf ihre Nutzung digitaler Medien im Unterricht (Graves & Bowers, 2018) in verschiedene Klassen oder Profile einteilen lassen.

In der Zusammenschau deuten die Ergebnisse der vorgestellten Studien darauf hin, dass sich bei (angehenden) Lehrkräften unterschiedliche Muster bzw. Profile hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzüberzeugungen identifizieren lassen.

3.1.5 Zusammenfassung des Kapitels

Die Betrachtung der digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften offenbart drei wichtige Ansatzpunkte für die Bildungsforschung, aus denen nachfolgend Forschungsdesiderata abgeleitet werden: 1) die Dimensionalität grundlegender und berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen, 2) die digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen sowie 3) Muster in den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte.

Zwar befassen sich viele verschiedene Studien mit den grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften (Rubach & Lazarides, 2023a), jedoch werden häufig nur globale digitale Kompetenzüberzeugungen oder einzelne Kompetenzdimensionen untersucht. Nur wenige Studien liegen vor, die grundlegende oder berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften in Anlehnung an mehrdimensionale Kompetenzmodelle untersuchen (z. B. Rubach & Lazarides, 2019 für grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen oder Fehrmann, 2023 für berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen). Auch erschwert die Nutzung unterschiedlicher Instrumente die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Studien (Rubach, 2024). Eine bessere Vergleichbarkeit könnte jedoch zu einem besseren Verständnis der digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Lehrkräftebildung – auch zwischen den unterschiedlichen Phasen – beitragen. Daher zielt die vorliegende Arbeit darauf ab, die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in Anlehnung an mehrdimensionale Kompetenzmodelle zu erfassen und miteinander zu vergleichen. Während für die Erfassung der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften bereits ein validiertes Instrument auf Basis des Kompetenzmodells der KMK (2017) vorliegt (Rubach & Lazarides, 2019, 2021a), fehlt es bislang an einem solchen Instrument für die Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen auf Basis von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b). Daher besteht ein weiteres Ziel dieser Arbeit in der Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften allgemeinbildender Schulen in Anlehnung an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b).

Weiterhin offenbarte die Literaturrecherche nur wenige Erkenntnisse zu den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen. Der Vorbereitungsdienst bzw. das Referendariat ist ein Alleinstellungsmerkmal der deutschen Lehrkräftebildung und wird im Vergleich zu den beiden anderen Phasen der Lehrkräftebildung – dem Lehramtsstudium und der Weiterbildung im Beruf – eher wenig beforscht (Peitz & Harring, 2021). Demnach zielt die folgende Studie ebenfalls darauf ab, die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen zu erheben, um diese Forschungslücke zu schließen.

Darüber hinaus verweisen die Ergebnisse von Studien zu den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften auf deren Heterogenität hinsichtlich ihrer digitalen Kompetenzüberzeugungen. Zwar existieren bislang keine Studien zu den Profilen berufsbezogener digitaler Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften entsprechend des DigCompEdu-Rahmenmodells (Redecker & Punie, 2017b), jedoch konnte bereits gezeigt werden, dass es bei Lehramtsstudierenden unterschiedliche Profile digitaler Kompetenzüberzeugungen gibt (Rubach & Lazarides, 2021c). Daher könnte auch davon ausgegangen werden, dass sich bei (angehenden) Lehrkräften unterschiedliche Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen identifizieren lassen. Um diese Forschungslücke zu schließen, widmet sich die vorliegende Arbeit ferner der Frage, ob sich unterschiedliche Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften feststellen lassen.

3.2 Zusammenhänge von digitalen Kompetenzüberzeugungen und individuellen Faktoren

Eine Vielzahl an Studien untersucht Zusammenhänge zwischen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften und individuellen, personenbezogenen Faktoren, wie bspw. soziodemographischen Merkmalen, und kommt hierbei zu unterschiedlichen, sich teilweise widersprechenden Ergebnissen (Guillén-Gámez et al., 2021; Jiménez-Hernández et al., 2020). In Anlehnung an die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) und das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) sollen daher Befunde zu den Zusammenhängen zwischen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und folgenden individuellen Faktoren untersucht werden: soziodemographische Merkmale, Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht, Nutzung digitaler Technologien im Allgemeinen und Nutzung digitaler Technologien im Unterricht.

3.2.1 Soziodemographische Merkmale

Geschlecht. Die Gender-Schema-Theorie von Bem (1981) beschreibt den Einfluss gesellschaftlicher geschlechtsspezifischer Zuschreibungen auf die kindliche Entwicklung und das individuelle Verhalten auf der Grundlage kognitiv-entwicklungspsychologischer und sozialer Lerntheorien. Demnach wird davon ausgegangen, dass zwischen den Geschlechtern Unterschiede in der Sozialisation bestehen. Mit Hinblick auf digitale Technologien zeigen Befunde von Vekiri und Chronaki (2008), dass bereits im Grundschulalter Jungen mehr Unterstützung bei der Nutzung von Computern erhalten als Mädchen. Solche Kindheitserfahrungen können beeinflussen, wie Erwachsene ihre Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien einschätzen. Demnach kann angenommen werden, dass sich weibliche und männliche Lehrkräfte in ihren digitalen Kompetenzüberzeugungen unterscheiden. Diese potentiellen Unterschiede wurden in der Bildungsforschung vielfach untersucht, teilweise mit unterschiedlichen Ergebnissen:

In einigen Studien berichten weibliche Lehramtsstudierende geringere grundlegende Kompetenzüberzeugungen im Vergleich zu männlichen Lehramtsstudierenden (Ekrem & Recep, 2014; Jiménez-Hernández et al., 2020). Jiménez-Hernández et al. (2020) konnten diese Geschlechtsunterschiede sowohl in den Einzeldimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen als auch global feststellen. Auch in Studien zu den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zeigt sich, dass weibliche Lehrkräfte über geringere grundlegende Kompetenzüberzeugungen verfügen als männliche Lehrkräfte (Almerich et al., 2016; T.-C. Lin et al., 2013; Nieto-Isidro et al., 2022; Sasota et al., 2021; Scherer & Siddiq, 2015; Suárez-Rodríguez et al., 2018; Vitanova et al., 2015). Dennoch zeigen sich auch gegensätzliche Befunde: In einer Studie von Krumsvik et al. (2016) berichten weibliche Lehrkräfte höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen im Vergleich zu männlichen Lehrkräften.

Andere Studien können wiederum keine Geschlechtsunterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (T.-C. Lin et al., 2013; Pozas & Letzel, 2023) oder Lehrkräften (Paidican Soto et al., 2024) feststellen. Pozas und Letzel (2023) untersuchten die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden mithilfe eines Instruments von Rubach und Lazarides (2019) auf Basis des KMK-Modells (2017). Für keine der sieben Skalen konnten Geschlechtsunterschiede festgestellt werden. Sergeeva et al. (2024) untersuchten die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden mit dem weiterentwickelten Instrument von Rubach und Lazarides (2021a) auf Basis des KMK-Modells (2017). Hier zeigen sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von weiblichen und männlichen Lehramtsstudierenden. Bei den Lehrkräften ergibt sich ein uneinheitliches Bild: Rubach und Lazarides (2021a) nutzten eine adaptierte Version ihres Instrumentes (Rubach & Lazarides, 2019), um die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zu untersuchen. Während in den Kompetenzdimensionen Suchen und Verarbeiten sowie Kommunizieren und Kollaborieren keine Geschlechtsunterschiede festgestellt werden konnten, zeigen männliche Lehrkräfte im Vergleich zu weiblichen Lehrkräften höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen in den Kompetenzdimensionen Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln sowie Analysieren und Reflektieren.

Auch hinsichtlich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften lassen sich Geschlechtsunterschiede feststellen: So deuten Ergebnisse auf höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von männlichen Lehramtsstudierenden verglichen mit weiblichen Lehramtsstudierenden hin (Scherer et al., 2017; Weidlich & Kalz, 2023). Auch bei Lehrkräften lassen sich Geschlechtsunterschiede in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zugunsten der männlichen Lehrkräfte feststellen (Guillén-Gámez et al., 2021; Pérez-Calderón et al., 2021; Saikkonen & Kaarakainen, 2021). Befunde der ICILS-Studie 2018 (Drossel et al., 2019) zeigen, dass mehr männliche Lehrkräfte über hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im Umgang mit Lernmanagementsystemen und zur Überprüfung des

Lernstandes von Schüler*innen verfügen als weibliche Lehrkräfte. Jedoch gibt es auch hier gegensätzliche Befunde, nach denen weibliche Lehrkräfte höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im Vergleich zu männlichen Lehrkräften berichten (Almerich et al., 2016; Krumsvik et al., 2016; Liu et al., 2022; Suárez-Rodríguez et al., 2018). Die Ergebnisse einer Studie von Hatos et al. (2022) verweisen darauf, dass hierbei auch die Dimensionalität berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen eine Rolle spielen kann: So berichten männliche Lehrkräfte im Bereich Multimedia und Online höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen als weibliche Lehrkräfte. Weibliche Lehrkräfte zeigen hingegen höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im Bereich Textverarbeitungsprogramme und Kommunikation. Auch in einer Untersuchung von S.-L. Cheng und Xie (2018) zeigen sich divergierende Befunde hinsichtlich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Die grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen wurden hier mithilfe des TPACK-Modells erhoben. Dabei zeigt sich, dass männliche Lehrkräfte über höhere Kompetenzüberzeugungen hinsichtlich ihres technologisch-inhaltlichen sowie technologisch-fachlichen Wissens verfügen als weibliche Lehrkräfte. Jedoch berichten weibliche Lehrkräfte über höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen im Bereich des technologisch-fachlich-inhaltlichen Wissens (S.-L. Cheng & Xie, 2018).

Andere Befunde deuten darauf hin, dass es keine Geschlechtsunterschiede in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Andreasen et al., 2022; Ekrem & Recep, 2014; Jenßen et al., 2023; T.-C. Lin et al., 2013; Napal Fraile et al., 2018; Pozas & Letzel, 2023) und Lehrkräften (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; Jenßen et al., 2023; T.-C. Lin et al., 2013; M. N. Omar & Ismail, 2021; Paidican Soto et al., 2024; Rubach & Lazarides, 2021b; Runge et al., 2023; Runge et al., 2024; Scherer & Siddiq, 2015) gibt.

Interessant ist, dass sich in Studien, die sowohl grundlegende als auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften untersuchen, teilweise Geschlechtsunterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen, jedoch nicht in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen (Ekrem & Recep, 2014; T.-C. Lin et al., 2013; Scherer & Siddiq, 2015). Zum Teil zeigen sich jedoch auch Geschlechtsunterschiede in beiden Bereichen digitaler Kompetenzüberzeugungen (Almerich et al., 2016; S.-L. Cheng & Xie, 2018; Krumsvik et al., 2016; Scherer et al., 2017; Suárez-Rodríguez et al., 2018; Weidlich & Kalz, 2023).

Insgesamt offenbart die Studienlage uneinheitliche Ergebnisse zum Zusammenhang des Geschlechts mit den grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Insbesondere, wenn unterschiedliche Dimensionen digitaler Kompetenzüberzeugungen betrachtet werden, bestätigt sich dieses Bild (z. B. Hatos et al., 2022; Rubach & Lazarides, 2021a). So lassen sich Annahmen zu Unterschieden in den digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen weiblichen und männlichen (angehenden) Lehrkräften entsprechend der Gender-Schema-Theorie (Bem,

1981) nur teilweise bestätigen. Möglicherweise spielt also die geschlechtsspezifische Sozialisation für die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte eine geringere Rolle als angenommen.

Alter. Eine breit rezipierte Theorie hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Alter und digitalen Kompetenzen bzw. Kompetenzüberzeugungen geht auf Prensky (2001) zurück. Schüler*innen und Studierende, die zur Jahrtausende zur Schule gingen oder studiert haben, werden von Prensky (2001) als *digital natives* bezeichnet – als erste Generation, die mit digitalen Technologien wie bspw. Computern, Handys und dem Internet aufwächst. Jene Personen, die später in ihrem Leben mit diesen digitalen Technologien in Berührung kamen und sich dementsprechend anpassen mussten, bezeichnet er als *digital immigrants*. Aufgrund der unterschiedlichen generationalen Sozialisationsprozesse geht Prensky (2001) davon aus, dass jüngere *digital natives* digital kompetenter sind als ältere *digital immigrants*. In diesem Kontext untersuchen viele Studien Altersunterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Auch hier zeigen sich teilweise widersprüchliche Ergebnisse:

Viele Studienergebnisse verweisen auf einen negativen Zusammenhang zwischen dem Alter und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Jiménez-Hernández et al., 2020) und Lehrkräften (S.-L. Cheng & Xie, 2018; Dreer & Kracke, 2021; Inan & Lowther, 2010; Krumsvik et al., 2016; M.-H. Lee & Tsai, 2010; T.-C. Lin et al., 2013; Nieto-Isidro et al., 2022; Sasota et al., 2021; Sundqvist et al., 2021; Vitanova et al., 2015). Andere Studien können wiederum keinen Zusammenhang zwischen dem Alter und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Guo et al., 2008) und Lehrkräften (Almerich et al., 2016; Suárez-Rodríguez et al., 2018; Yang et al., 2022) feststellen. Bei Lehramtsstudierenden lassen sich zudem auch gegensätzliche Ergebnisse feststellen, die darauf verweisen, dass das Alter positiv mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängt (T.-C. Lin et al., 2013; Yang et al., 2022).

Hinsichtlich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zeigt sich ein ähnliches Bild: Häufig deuten Befunde darauf hin, dass mit steigendem Alter die berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Jenßen et al., 2023; Napal Fraile et al., 2018) und Lehrkräften (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; Hatos et al., 2022; Jenßen et al., 2023; Krumsvik et al., 2016; M.-H. Lee & Tsai, 2010; Li et al., 2022; T.-C. Lin et al., 2013; Pérez-Calderón et al., 2021; Saikkonen & Kaarakainen, 2021) sinken. Im Zuge der ICILS-Studie 2018 (Drossel et al., 2019) berichten mehr Lehrkräfte unter 49 Jahre (41,1 %), hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen mit Hinblick auf die Nutzung von Lernmanagementsystemen als ältere Lehrkräfte ab 50 Jahren (20,9 %).

Es gibt jedoch auch Befunde, die darauf hindeuten, dass kein Zusammenhang zwischen dem Alter und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden (T.-C. Lin et al., 2013; Pozas & Letzel, 2023) und Lehrkräften (Almerich et al., 2016; S.-L. Cheng & Xie, 2018; Inan & Lowther,

2010; M. N. Omar & Ismail, 2021; Runge et al., 2024; Suárez-Rodríguez et al., 2018) besteht. Befunde von Yang et al. (2022) verweisen bei Lehramtsstudierenden sogar auf einen positiven Zusammenhang zwischen dem Alter und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in den Bereichen technologisch unterstütztes Lernen und technologisch unterstütztes Lehren. Für Lehrkräfte zeigt sich in dieser Studie zwar ein negativer Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen im Bereich des technologisch unterstützten Lernens, jedoch lässt sich kein Zusammenhang zwischen dem Alter und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen im Bereich des technologisch unterstützten Lehrens feststellen.

Auch die Ergebnisse der Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen dem Alter und den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte sind damit uneinheitlich. Damit lassen sich die Annahmen von Prensky (2001) zu *digital natives* und *digital immigrants* nur eingeschränkt bestätigen. Es ist daher denkbar, dass das bloße Aufwachsen mit digitalen Technologien keinen Vorteil mit Hinblick auf die digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften darstellen muss. Möglicherweise setzen sich Ältere aufgrund vermeintlicher Wissenslücken sogar intensiver mit digitalen Technologien auseinander als Jüngere, die sich auch mit Hinblick auf ihre digitalen Kompetenzen überschätzen könnten.

Berufserfahrung. Ein Faktor, der in der Regel mit dem Alter der Lehrkräfte zusammenhängt und zusätzlich oder stattdessen untersucht wird, ist die Berufserfahrung von Lehrkräften. Entsprechend der Theorie zu den *digital natives* (Prensky, 2001) kann auch hier angenommen werden, dass die Berufserfahrung negativ mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Andererseits kann jedoch, insbesondere mit Hinblick auf die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen, auch angenommen werden, dass diese aufgrund von mehr Erfahrungen und Lerngelegenheiten zum Umgang mit digitalen Technologien im beruflichen Kontext positiv mit der Berufserfahrung von Lehrkräften zusammenhängen (Röhl et al., 2024).

Während einige Studien einen negativen Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften feststellen (S.-L. Cheng & Xie, 2018; Inan & Lowther, 2010; Vitanova et al., 2015), finden andere Studien hier keine Zusammenhänge (Rubach & Lazarides, 2021a; Yang et al., 2022).

Auch bei den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen sich ähnliche Befunde: Teilweise belegen Studien einen negativen Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; Inan & Lowther, 2010; R. Lin et al., 2023; Yang et al., 2022), während sich in anderen Studien keine Zusammenhänge zeigen (S.-L. Cheng & Xie, 2018; Rubach & Lazarides, 2021b; Runge et al., 2023; Wu et al., 2022). Demgegenüber deuten die Ergebnisse einer Studie von Jenßen et al. (2023) sogar auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften hin.

Ein interessantes Ergebnis findet sich zudem in einer Studie von Krumsvik et al. (2016): Hier lässt sich ein Zusammenhang zwischen den grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Berufserfahrung von Lehrkräften belegen; dieser ist jedoch nicht linear. Die niedrigsten digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen Lehrkräfte mit 15 oder mehr Jahren Berufserfahrung. Die höchsten digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigt die zweiterfahrenste Gruppe der Lehrkräfte mit sieben bis 15 Jahren Berufserfahrung, gefolgt von Lehrkräften mit drei bis sieben Jahren Berufserfahrungen und Lehrkräften mit drei oder weniger Jahren Berufserfahrung. Auch eine Studie von Paidican Soto et al. (2024) liefert ähnliche Ergebnisse zu den grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Grundschullehrkräften: Sowohl die höchsten grundlegenden als auch berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen Lehrkräfte mit zwölf bis 18 Jahren Berufserfahrung, gefolgt von Lehrkräften mit sechs bis elf Jahren Berufserfahrung, gefolgt von Lehrkräften mit mehr als 18 Jahren Berufserfahrung. Die niedrigsten grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen berichten Lehrkräfte mit einer Berufserfahrung von fünf Jahren und weniger.

Somit zeigen sich auch in Bezug auf den Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung und den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unterschiedliche Befunde. Dies könnte möglicherweise auf ein Zusammenspiel von allgemeinen Erfahrungen im Lehrberuf und technologiebezogenen Erfahrungen hindeuten. So ist denkbar, dass insbesondere Lehrkräfte mittleren Alters aufgrund der Kombination an Erfahrungen aus verschiedenen Bereichen höhere digitale Kompetenzüberzeugungen aufweisen. Weiterhin scheint es auch möglich, dass Lehrkräfte mit hoher Berufserfahrung, die bereits kurz vor dem Austritt aus dem Lehrberuf stehen, weniger Engagement zeigen, Neues zu lernen (Huberman, 1989). Jüngere Lehrkräfte, die gerade erst in den Lehrberuf eingestiegen sind, müssen hingegen erst einmal den allgemeinen beruflichen Alltag bewältigen, bevor sie sich ggf. in anderen Bereichen spezialisieren können (Huberman, 1989).

3.2.2 Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht

Ausgehend vom Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) kann angenommen werden, dass die digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften (*skill*) und die Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht (*will*) zusammenhängen. Diese Annahme wird auch von der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) gestützt. Hiernach kann angenommen werden, dass das Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht sowie die Nützlichkeit und Wichtigkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht positiv mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängen. Dementsprechend würden die empfundenen Kosten des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht negativ mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zusammenhängen, bspw. wenn Lehrkräfte der Ansicht sind, dass der Einsatz digitaler Technologien im Unterricht viel Zeit und Energie in Anspruch nimmt.

Einige wenige Studien haben die positiven Wertüberzeugungen Wichtigkeit, Interesse und Nützlichkeit als einen gemeinsamen Faktor untersucht. So weisen die Befunde von S.-L. Cheng und Xie (2018) auf einen Zusammenhang zwischen den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht mit sowohl den grundlegenden als auch den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften hin. Auch Rubach und Lazarides (2021a, 2021b) konnten zeigen, dass die Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht (Interesse, Nützlichkeit, Wichtigkeit) positiv mit den grundlegenden sowie berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen. Eine Untersuchung von L. Cheng et al. (2023) verweist auf Zusammenhänge zwischen dem Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht bzw. der Wichtigkeit des Einsatzes digitaler Technologien und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Jedoch zeigt sich kein Zusammenhang zwischen der Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Der Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen und den Werteüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht konnte von Valtonen et al. (2015) auch für Lehramtsstudierende belegt werden.

Auch mit Hinblick auf die einzelnen Wertüberzeugungen zeigen sich Zusammenhänge mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte, wobei in der Forschung insbesondere die Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien untersucht wurde: So zeigen Befunde verschiedener Studien, dass die Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Scherer et al., 2018) und Lehrkräften (Backfisch, Scherer et al., 2021; Inan & Lowther, 2010; M.-H. Lee & Tsai, 2010; Scherer et al., 2015; Schmitz et al., 2023; Sundqvist et al., 2021) zusammenhängt. Auch hinsichtlich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zeigen sich Zusammenhänge mit der Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht (Backfisch, Scherer et al., 2021; Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; M.-H. Lee & Tsai, 2010; Scherer et al., 2015; Schmitz et al., 2023). Dieser Zusammenhang lässt sich ebenfalls bei Studierenden feststellen (Andreasen et al., 2022; Scherer et al., 2018). Bei der Betrachtung einzelner Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften verweist eine Studie von Wu et al. (2022) auf einen Zusammenhang zwischen der Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zur Förderung der Informationskompetenz bei Schüler*innen.

Während keine Studien zum Zusammenhang zwischen der Wichtigkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht und den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften gefunden werden konnten, deutet eine Studie von Runge et al. (2022) darauf hin, dass das Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Weiterhin konnten Scherer et al. (2015) zeigen, dass die Kosten des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht negativ mit den grundlegenden

sowie den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen. Auch Befunde von Rubach und Lazarides (2021a, 2021b) zeigen, dass die Kosten des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht negativ mit den grundlegenden sowie berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen.

Andere Autor*innen betrachten ebenfalls Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien, jedoch nicht in Anlehnung an die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) bzw. ohne die verwendeten Items vollumfänglich zu berichten. Daher ist bei diesen Studien unklar, inwiefern sie die verschiedenen Wertüberzeugungen abbilden. Dennoch zeigen sich auch hier Zusammenhänge zwischen den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht von Lehrkräften und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (Pozas & Letzel, 2023) sowie den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (Clipa et al., 2023; Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; Gerick et al., 2024; Pozas & Letzel, 2023). Auch bei Studierenden können Zusammenhänge zwischen den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht und den grundlegenden (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2022) sowie berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (Kindermann & Pohlmann-Rother, 2022; Vogelsang et al., 2023) festgestellt werden.

Die vorgebrachten Befunde deuten darauf hin, dass positive Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien positiv mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängen. Negative Wertüberzeugungen, also die empfundenen Kosten des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht, scheinen hingegen einen negativen Zusammenhang mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte aufzuweisen. Dies entspricht auch den Annahmen der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983), wonach Wertüberzeugungen gemeinsam mit Kompetenzüberzeugungen wichtige Treiber von Motivation sind.

3.2.3 Nutzung digitaler Technologien im außerschulischen Alltag

Die Nutzung digitaler Technologien im nicht-beruflichen, außerschulischen Alltag kann eine Lerngelegenheit zur Entwicklung digitaler Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften darstellen. Zudem kann entsprechend der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) davon ausgegangen werden, dass (angehende) Lehrkräfte, die sich im Umgang mit digitalen Technologien kompetent fühlen, diese auch häufiger im Alltag einsetzen. So konnte gezeigt werden, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im nicht-beruflichen Alltag zusammenhängen (Rubach & Lazarides, 2021a; Saikkonen & Kaarakainen, 2021). Weiterhin konnten Rubach und Lazarides (2019) zeigen, dass die vielfältige Nutzung digitaler Technologien im Alltag mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden zusammenhängt. Unterscheidet man jedoch die Nutzung von digitalen Endgeräten und Software, so zeigen die Ergebnisse von Rubach und Lazarides (2023b), dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der vielfältigen Nutzung von Software zusammenhängen, nicht jedoch mit der vielfältigen Nutzung von digitalen Endgeräten.

Befunde von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) zeigen, dass die Häufigkeit der Nutzung eines Computers zuhause zwar mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt, nicht jedoch mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. Jedoch verweisen die Ergebnisse einer Studie von M.-H. Lee und Tsai (2010) auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Nutzung des Internets und einerseits grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen sowie andererseits berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Auch in Bezug auf Lehramtsstudierende weisen Befunde von Kadioğlu-Akbulut et al. (2023) darauf hin, dass die Nutzung von digitaler Hardware, digitaler Desktop-Software und weiteren digitalen Tools (z. B. Clouds oder Wikis) mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Häufigkeit bzw. Vielfältigkeit der Nutzung digitaler Technologien im nicht-beruflichen, außerschulischen Alltag mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängt. Betrachtet man jedoch den Zusammenhang der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte mit der Nutzung digitaler Technologien im nicht-beruflichen, außerschulischen Alltag, so zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse. Dies könnte darauf hindeuten, dass die nicht-berufliche Nutzung digitaler Technologien womöglich in einem geringeren Zusammenhang mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften steht. Zwar stellen grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen die Basis berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen dar (Brandhofer et al., 2016), jedoch bedeutet dies nicht automatisch, dass die alltägliche Nutzung digitaler Medien auch mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängt. Mit Hinblick auf die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) bestätigen diese Befunde die Annahme, dass Kompetenzüberzeugungen gegenüber einer spezifischen Aufgabe mit dem Verhalten einer Person in Bezug auf diese spezifische Aufgabe zusammenhängen. Bei der nicht-beruflichen Nutzung digitaler Technologien sind sowohl andere Nutzungszwecke als auch andere genutzte Technologien als bei der beruflichen Nutzung digitaler Technologien zu vermuten.

3.2.4 Nutzung digitaler Technologien im beruflichen Alltag

Auch die Nutzung digitaler Technologien zu unterrichtlichen bzw. beruflichen Zwecken kann eine Lerngelegenheit zur Entwicklung digitaler Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften darstellen. Darüber hinaus weisen sowohl die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) als auch das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) darauf hin, dass die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte deren Einsatz digitaler Technologien im Unterricht bzw. im beruflichen Kontext beeinflussen. So konnten verschiedene Studien zeigen, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden (Aslan & Zhu, 2016; Vejvoda et al., 2023) und Lehrkräften (I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; Rubach & Lazarides, 2021a; Sasota et al., 2021; Schmitz et al., 2023; Vejvoda et al., 2023; Vitanova et al., 2015) mit der Häufigkeit

der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht zusammenhängen. Mit Hinblick auf verschiedene Nutzungszwecke zeigen Befunde von Sundqvist et al. (2021), dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien zur Kooperation im Kollegium, zur Förderung des Lernens der Schüler*innen und zu administrativen Zwecken bzw. zur Unterrichtsplanung zusammenhängen. Dennoch deuten Befunde anderer Studien darauf hin, dass zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht (Aslan & Zhu, 2016; Inan & Lowther, 2010) bzw. der Erfahrung mit der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht in Jahren (S.-L. Cheng & Xie, 2018) kein Zusammenhang besteht. Befunde einer Untersuchung von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) deuten darauf hin, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zwar mit der Häufigkeit der beruflichen Nutzung digitaler Technologien im beruflichen Kontext außerhalb des Klassenzimmers zusammenhängen, nicht jedoch mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht. Auch zeigen sich in einer Studie von Rubach und Lazarides (2023b) ebenfalls keine Zusammenhänge zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Vielfalt der Nutzung digitaler Geräte oder der Vielfalt der Nutzung digitaler Tools im Unterricht.

In Bezug auf die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen konnten verschiedene Studien zeigen, dass diese mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht durch Lehramtsstudierende (Aslan & Zhu, 2016; Vejvoda et al., 2023) und Lehrkräfte (Aslan & Zhu, 2016; Backfisch, Scherer et al., 2021; Clipa et al., 2023; I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; M.-T. Kaarakainen & Saikkonen, 2021; Schmitz et al., 2023; Vejvoda et al., 2023) zusammenhängen. Auch zeigen sich in einer Studie von Rubach und Lazarides (2021b) Zusammenhänge zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren vielfältiger Nutzung digitaler Technologien im Unterricht.

Bei der Betrachtung verschiedener Nutzungszwecke zeigt sich, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Häufigkeit der beruflichen Nutzung digitaler Technologien außerhalb sowie innerhalb des Klassenzimmers zusammenhängen (Suárez-Rodríguez et al., 2018). Weiterhin verweist eine Studie von Runge et al. (2024) auf Zusammenhänge zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung kognitiver Aktivierung sowie zur Umsetzung konstruktiver Unterstützung. Befunde einer Studie von Rubach und Lazarides (2021b) zeigen zudem Zusammenhänge zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Häufigkeit der Nutzung digitaler Technologien zur Autonomieunterstützung, zur Kompetenzunterstützung und zur Ermöglichung sozialer Eingebundenheit im Unterricht.

Weiterhin zeigen Untersuchungen, die sich mit unterschiedlichen Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften befassen, dass diese mit der Nutzung digitaler

Technologien im beruflichen Alltag zusammenhängen: Die Ergebnisse der ICILS-Studie aus 2018 (Eickelmann, Bos et al., 2019) verweisen darauf, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zur Vorbereitung von Unterricht, der den Einsatz digitaler Technologien durch Schüler*innen beinhaltet, mit der täglichen Nutzung digitaler Technologien durch die Lehrkräfte im Unterricht zusammenhängen. Befunde einer Studie von Michos et al. (2023) zeigen, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften im Bereich der Evaluation der Daten von Schüler*innen mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Schüler*innen-Daten zur Planung und Anpassung des eigenen Unterrichts zusammenhängen. Runge et al. (2023) haben die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zur Schüler*innenförderung untersucht, die sich in Kompetenzüberzeugungen zur Differenzierung und zur aktiven Einbindung von Schüler*innen differenzieren lassen. Hier hat sich gezeigt, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zur Schüler*innenförderung mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien zur Umsetzung von Klassenführung, konstruktiver Unterstützung und kognitiver Aktivierung zusammenhängen. Betrachtet man jedoch beide Dimensionen der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zur Schüler*innenförderung getrennt, so zeigen sich lediglich Zusammenhänge zwischen den Kompetenzüberzeugungen zur Differenzierung und der Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien zur Klassenführung bzw. zur kognitiven Aktivierung.

Die Befunde dieser Studien deuten darauf hin, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien im beruflichen Alltag zusammenhängen. Die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte hängen zumindest in Teilen mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien im Beruf zusammen. Damit können Annahmen des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) bestätigt werden. Auch entsprechen diese Befunde den Annahmen der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983), dass aufgabenspezifische Kompetenzüberzeugungen mit dem Verhalten hinsichtlich der entsprechenden Aufgabe zusammenhängen. Der teilweise bestätigte Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der beruflichen Nutzung digitaler Technologien könnte dadurch erklärt werden, dass grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen die Basis für berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen bilden (Brandhofer et al., 2016). So ist es auch für den beruflichen Alltag von Bedeutung, dass (angehende) Lehrkräfte mithilfe digitaler Technologien bspw. Informationen suchen und bewerten können.

3.2.5 Zusammenfassung des Kapitels

Die Ergebnisse der Studien zu den Zusammenhängen zwischen individuellen Faktoren und den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zeichnen ein uneinheitliches Bild. Dies könnte u. a. mit der Verwendung unterschiedlicher Instrumente zur Erfassung grundlegender bzw. berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen zusammenhängen (Rubach, 2024). So berichten teilweise

männliche Lehrkräfte höhere digitale Kompetenzüberzeugungen als weibliche Lehrkräfte, während sich jedoch ebenso umgekehrte Befunde oder gar keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen zeigen. Auch zeigen sich beim Alter und bei der Berufserfahrung sowohl negative, positive als auch keine oder nicht-lineare Zusammenhänge mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften. Hinsichtlich der Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien ist die Befundlage einheitlicher: So deuten Ergebnisse darauf hin, dass positive Wertüberzeugungen positiv und negative Wertüberzeugungen negativ mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zusammenhängen. Mit Blick auf die Nutzung digitaler Medien im Alltag zeigen sich vor allem Zusammenhänge mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte, während die Befundlage zu Zusammenhängen mit berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen eher gemischt ist. Ähnliches lässt sich für die Nutzung digitaler Kompetenzüberzeugungen im beruflichen Alltag feststellen: Diese scheinen vor allem mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zusammenzuhängen und nur teilweise mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen. Demnach könnte davon ausgegangen werden, dass die domänenspezifische Nutzung auch eher mit den entsprechenden domänenspezifischen digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängt. Daher besteht ein Ziel dieser Studie darin, die Zusammenhänge zwischen individuellen Faktoren und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zu untersuchen. Weiterhin soll untersucht werden, inwiefern die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit individuellen Faktoren zusammenhängt.

3.3 Zusammenhänge von digitalen Kompetenzüberzeugungen und Kontextfaktoren

3.3.1 Technische Schulausstattung

Auf Basis des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) wird angenommen, dass die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit zu digitalen Technologien in der Schule mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Die technische Schulausstattung und deren Zugänglichkeit werden in der Bildungsforschung jedoch unterschiedlich operationalisiert: Ergebnisse einer Studie von Sundqvist et al. (2021) belegen, dass der Zugang zu Computern und zum Internet an der Schule mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Zudem zeigen Befunde von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018), dass der Zugang zu einem Computerraum in der Schule sowohl mit den grundlegenden als auch den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Auch die Ergebnisse einer Studie von Inan und Lowther (2010) zeigen, dass die Verfügbarkeit von Computern an der Schule mit den grundlegenden sowie berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Rubach und Lazarides (2021b) konnten zeigen, dass auch die Vielfalt der an der Schule zugänglichen digitalen Geräte und Tools mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Darüber hinaus verweisen die Befunde

von Schmitz et al. (2023) auf einen Zusammenhang der Qualität der in der Schule vorhandenen Hardware, Internetverbindung und des technischen Supports mit den grundlegenden sowie berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Dieses Ergebnis wird auch von den Befunden einer Studie von Gerick et al. (2024) gestützt, die auf einen Zusammenhang zwischen der Qualität der technischen Ausstattung der Schule und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften verweisen.

Entsprechend dieser Befunde lässt sich konstatieren, dass, wie im Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) beschrieben, die digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Zugänglichkeit zu digitalen Technologien in der Schule zusammenhängen. So ist denkbar, dass durch die Verfügbarkeit digitaler Technologien Lerngelegenheiten zu deren Nutzung geschaffen werden, was wiederum Einfluss auf die digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften haben kann.

3.3.2 Unterstützung seitens der Schule

Die Unterstützung bei der Nutzung digitaler Technologien durch die Schule wird in der Forschung ebenfalls unterschiedlich operationalisiert. Insbesondere der Schulleitung kommt in diesem Kontext eine wichtige Rolle als Führungskraft sowie in ihrer Vorbildfunktion zu. So verweisen die Ergebnisse einer Untersuchung von Sundqvist et al. (2021) auf einen Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Unterstützung bei der Integration digitaler Technologien in den Unterricht. Hierbei wurden sowohl der technische Support als auch pädagogische Unterstützung, Unterstützung seitens der Schulleitung, Unterstützung durch Kolleg*innen und Weiterbildung zu digitalen Technologien berücksichtigt.

Befunde von Inan und Lowther (2010) zeigen einen Zusammenhang sowohl zwischen den grundlegenden als auch den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und einerseits dem technischen Support und andererseits der Verfügbarkeit von Ressourcen. Darüber hinaus konnte auch ein Zusammenhang zwischen den grundlegenden sowie den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Unterstützung zur Integration digitaler Technologien in den beruflichen Alltag durch die Administration und ihr Umfeld belegt werden. Schmitz et al. (2023) konnten in ihrer Studie zeigen, dass die transformationale Führung durch die Schulleitung sowohl mit den grundlegenden als auch den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Unter der transformationalen Führung durch die Schulleitung werden hierbei die Vision der Schulleitung, die Unterstützung bei der Weiterbildung, eine unterstützende Führungsweise, Empowerment, innovatives Denken, Führung durch Vorbildfunktion und Charisma verstanden.

Bei einer Untersuchung von Dong et al. (2020) zeigte sich zwar ein Zusammenhang zwischen dem administrativen Support und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften, jedoch nicht den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. Administrativer Support wurde in der Studie durch ausreichende Weiterbildung zur Integration digitaler Technologien in den Unterricht,

angemessene Anforderungen zur Integration digitaler Technologien sowie ausreichend digitale Infrastruktur und Ressourcen zur Integration digitaler Technologien gemessen. Paetsch et al. (2023) haben die unterrichtliche Nutzung digitaler Technologien durch Lehrkräfte während der COVID-19-Pandemie untersucht. Auch hier konnten die Autor*innen während der Schulschließungen keinen Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehrkräfte und der erhaltenen Unterstützung der Lehrkräfte durch die Schulleitung und Kolleg*innen feststellen. Befunde einer Untersuchung von Gerick et al. (2024) zeigen sogar einen negativen Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und den von den Lehrkräften wahrgenommenen digitalisierungsbezogenen Prioritäten der Schulleitung.

Ergebnisse einer Untersuchung von Chiu et al. (2024) weisen hingegen auf einen Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der schulischen Unterstützung bei der Entwicklung berufsbezogener digitaler Kompetenzen hin. Auch eine Studie von M. N. Omar und Ismail (2021) konnte zeigen, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der technologischen Führung durch die Schulleitung zusammenhängen. Betrachtet man einzelne Komponenten der technologischen Führung durch die Schulleitung, so zeigt sich jedoch, dass lediglich die Vorbildfunktion hinsichtlich der beruflichen Praxis der Schulleitung zur Nutzung digitaler Technologien und die Förderung der gesellschaftlichen Teilhabe über digitale Technologien mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen. Bei der visionären Führung durch die Schulleitung, der Lernkultur im digitalen Zeitalter und der systemischen Verbesserung mithilfe digitaler Technologien zeigen sich keine Zusammenhänge mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehrkräfte.

Hinsichtlich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden konnte eine Studie von Dai (2023) einen Zusammenhang mit dem infrastrukturellen Support der Schule zur Nutzung digitaler Technologien bestätigen. Unter infrastrukturellem Support wurde hier das Bewusstsein für Weiterbildung im digitalen Bereich, die Ermutigung zur Nutzung fachspezifischer digitaler Hilfen im Unterricht, Budget für die Implementation digitaler Technologien und die Zufriedenheit mit der technischen Ausstattung der Schule verstanden.

Die Befunde der Studien zur Unterstützung beim Einsatz digitaler Technologien seitens der Schule sind vielfältig und teilweise widersprüchlich. Jedoch deuten Sie darauf hin, dass die digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte mit der schulischen Unterstützung zum Technologieeinsatz zusammenhängen können. So ist denkbar, dass Lehrkräfte in einem technologiepositiven bzw. technologieaffinen schulischen Umfeld eher dazu neigen, digitale Technologien auszuprobieren und einzusetzen. So werden Lerngelegenheiten geschaffen, die zur Förderung der digitalen Kompetenzüberzeugungen beitragen können. Jedoch ist es auf der anderen Seite auch möglich, dass Lehrkräfte trotz Unterstützung seitens der Schule wenig Motivation haben, digitale Technologien einzusetzen bzw. ihnen nicht ausreichend Lerngelegenheiten zur Verfügung stehen.

3.3.3 Schulart

Unterschiedliche Schularten gehen mit unterschiedlichen Voraussetzungen, Bildungszielen und Bildungsinhalten einher, die mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen können. Häufig werden in der deutschen Bildungsforschung Unterschiede zwischen Gymnasien und anderen Schulen der Sekundarstufe sowie Grundschulen untersucht. Hier zeigt sich, dass Gymnasien über eine vielfältigere technische Ausstattung verfügen als Haupt- und Realschulen, während Grundschulen eine wenig vielfältige Technikausstattung aufweisen (Wetterich et al., 2014). Auch setzen Lehrkräfte an Grundschule digitale Technologien im Unterricht nur wenig vielfältig ein. Während an Sekundarschulen digitale Technologien vielfältiger als an Grundschulen eingesetzt werden, berichten Lehrkräfte von Gesamtschulen und Gymnasien den vielfältigsten Einsatz digitaler Technologien im Unterricht (U. Schmid et al., 2017). Mit Hinblick auf das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) kann daher angenommen werden, dass sich auch die digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften entsprechend der Schulart, an der sie unterrichten, unterscheiden. Neben der Schulausstattung könnte auch die Haltung von Lehrkräften gegenüber dem Einsatz digitaler Technologien zu Unterschieden in den digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen z. B. Primar- und Sekundarschullehrkräften beitragen. So attestiert Meurer (2006) Grundschullehrkräften in seiner Studie eine „bewahrpädagogische Haltung“ bzw. einen „technikskeptischen Habitus“ geprägt von Vermeidungs- und Rechtfertigungsstrategien. Dies kann dazu führen, dass sich Grundschullehrkräfte im beruflichen Kontext nicht ausreichend mit digitalen Technologien beschäftigen, obwohl sie diese bspw. im Privatleben intensiv nutzen.

Hinsichtlich der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unterschiedlicher Schularten zeigen sich widersprüchliche Ergebnisse: So zeigen Befunde von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018), dass mit steigendem Grad der Schulart (Grundschule, Sekundarstufe I, Sekundarstufe II, Universität) höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften einhergehen. Jedoch konnten Dreer und Kracke (2021) keine Unterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unterschiedlicher Schularten (Grundschule, Regelschule, Gemeinschaftsschule, Gymnasium, berufsbildende Schule und Förderschule) feststellen. Auch S.-L. Cheng und Xie (2018) konnten keinen Zusammenhang zwischen der Schulart (Grundschule, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II) und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften feststellen.

S.-L. Cheng und Xie (2018) untersuchten neben den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften auch deren berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Hier konnte ebenfalls kein Zusammenhang mit der Schulart (Grundschule, Sekundarstufe I und Sekundarstufe II) festgestellt werden. Ebenso wurden in den Studien von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) neben grundlegenden auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften untersucht. Entgegen der Befunde zu den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen konnten

zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehrkräfte und der Schulart (Grundschule, Sekundarstufe I, Sekundarstufe II, Universität) kein Zusammenhang belegt werden. Weiterhin konnte auch in einer Studie von Guillén-Gámez et al. (2021) kein Zusammenhang zwischen der Schulart (Grundschule und Sekundarschule) und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften festgestellt werden.

Andere Studien weisen jedoch auf Zusammenhänge zwischen der Schulart und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften hin: Sowohl Kadujevich et al. (2023) als auch Runge et al. (2024) konnten zeigen, dass Sekundarschullehrkräfte über höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Grundschullehrkräfte. Die Ergebnisse des Länderindikators 2021 (Lorenz et al., 2022) zeigen, dass mehr Gymnasiallehrkräfte über höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Lehrkräfte von anderen Schulformen der Sekundarstufe I.

Mit Hinblick auf verschiedene Kompetenzdimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen zeigen die Ergebnisse der ICILS-Studie 2018 (Eickelmann, Bos et al., 2019), dass sich weniger Lehrkräfte an Gymnasien dazu in der Lage fühlen, mithilfe digitaler Technologien den Lernstand von Schüler*innen zu überprüfen als Lehrkräfte anderer Schulformen der Sekundarstufe I. Demgegenüber steht jedoch ein höherer Anteil an Gymnasiallehrkräften, die sich im Umgang mit Lernmanagementsystemen kompetent fühlen verglichen mit Lehrkräften anderer Schulformen der Sekundarstufe I. Befunde von Tzafilkou et al. (2023) weisen darauf hin, dass nicht in allen Kompetenzdimensionen Unterschiede in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften bestehen. So konnten die Autorinnen lediglich zeigen, dass Sekundarschullehrkräfte in den beiden Kompetenzdimensionen zum Lehren bzw. zur Unterstützung von Schüler*innen sowie zur beruflichen Entwicklung höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen aufweisen als Grundschullehrkräfte. In den übrigen vier Kompetenzdimensionen (Unterrichtsplanung, Evaluation, Schulentwicklung und Bildungsinnovation) konnten keine Unterschiede zwischen Grund- und Sekundarschullehrkräften festgestellt werden. Befunde einer Studie von Wu et al. (2022) zeigen hingegen, dass Grundschullehrkräfte über höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen hinsichtlich der Förderung der Informationskompetenz von Schüler*innen aufweisen als Sekundarschullehrkräfte.

Insgesamt zeigen die Befunde ein uneinheitliches Bild des Zusammenhangs zwischen den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Schulart. Wenn jedoch Befunde auf Unterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unterschiedlicher Schularten hinweisen, zeigen sich häufig vor allem bei Sekundarschullehrkräften bzw. Gymnasiallehrkräften höhere digitale Kompetenzüberzeugungen. Dies könnte, wie bereits angeführt, z. B. mit Unterschieden in der Verfügbarkeit digitaler Technologien zwischen den Schularten zusammenhängen (Wetterich et al., 2014), die, wie in Kapitel 3.3.1 dargelegt, mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen. Auch ist denkbar, dass die Haltung der Lehrkräfte unterschiedlicher Schularten zu

digitalen Technologien (Meurer, 2006) diese Unterschiede erklärt. Individuelle Wertüberzeugungen, die auch Hinweise auf die Haltung gegenüber digitalen Technologien geben können, hängen, wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt, ebenfalls mit den digitalen Kompetenzen von (angehenden) Lehrkräften zusammen.

3.3.4 Zusammenfassung des Kapitels

Neben individuellen Faktoren können auch Kontextfaktoren mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängen. Auch hier zeigt sich eine uneinheitliche Befundlage, die u. a. mit unterschiedlichen Operationalisierungen digitaler Kompetenzüberzeugungen (Rubach, 2024), aber auch anderer untersuchter Konstrukte zusammenhängen kann. So wird beispielsweise die Zugänglichkeit zu digitalen Technologien an der Schule in verschiedenen Studien unterschiedlich operationalisiert. Dennoch zeigen sich hier Zusammenhänge mit den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte. Die Befunde zum Zusammenhang zwischen der Unterstützung seitens der Schule und digitalen Kompetenzüberzeugungen sind hingegen etwas uneinheitlicher. Jedoch verweisen verschiedene Studien auf Zusammenhänge zwischen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und der Unterstützung seitens der Schule in ihren verschiedenen Operationalisierungen. Auch hinsichtlich der Schulart sind die Befunde zu den Zusammenhängen mit digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften vielfältig: Während einige Studien Unterschiede in den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften verschiedener Schularten finden, können solche Unterschiede in anderen Studien nicht belegt werden. Wenn Unterschiede bestehen, so zeigt sich jedoch in der Regel, dass Sekundarschullehrkräfte höhere digitale Kompetenzüberzeugungen aufweisen als Grundschullehrkräfte bzw. dass Gymnasiallehrkräfte höhere digitale Kompetenzüberzeugungen aufweisen als Lehrkräfte anderer Schularten der Sekundarstufe. Aufgrund dieser uneinheitlichen Ergebnisse untersucht die vorliegende Studie die Zusammenhänge zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und den Kontextfaktoren. Darüber hinaus wird ebenfalls untersucht, inwiefern Kontextfaktoren die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften vorhersagen können.

4 Forschungsdesiderate und Ziele der eigenen Studien

Aus dem in Kapitel 3 aufgezeigten Forschungsstand lassen sich Desiderate ableiten, die im Folgenden zusammengefasst werden sollen.

Es existiert eine Vielzahl an Studien, die die grundlegenden oder berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften mithilfe unterschiedlicher Operationalisierungen untersuchen. Nur wenige Studien (z. B. Rubach & Lazarides, 2019 für grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen oder Fehrmann, 2023 für berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen) orientieren sich dabei an Kompetenzmodellen, die digitale Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte unter Berücksichtigung ihrer Dimensionalität

abbilden. Diese Uneinheitlichkeit der Operationalisierungen erschwert es jedoch, Ergebnisse verschiedener Studien miteinander zu vergleichen (Rubach, 2024). Für das Kompetenzmodell der KMK (2017) liegt bereits ein validiertes Instrument zur Erfassung grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte vor. Jedoch existiert bislang kein Instrument zur Erfassung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen in Anlehnung an das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b). Existierende Instrumente, die sich auf DigCompEdu beziehen, erfassen entweder nur einzelne Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (Runge et al., 2023) oder die Nutzung digitaler Medien im schulischen Kontext (z. B. Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019). Während des Verfassens dieser Arbeit haben Cattaneo et al. (2022) zudem ein Instrument zur Erfassung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Berufsschullehrkräften entwickelt und validiert, welches sich stark auf das DigCompEdu-Rahmenmodell von Redecker und Punie (2017b) bezieht. Daher besteht ein Desiderat in der Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen auf Basis von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b).

Weiterhin zeigt sich eine Forschungslücke hinsichtlich der digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen. Hier konnte lediglich eine Studie von Mödinger et al. (2023) gefunden werden, die sich mit den grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen befasst. Die Studie bezieht sich jedoch auf das TPACK-Modell von Mishra und Koehler (2006). Obwohl auf TPACK basierende Instrumente in der Bildungsforschung breit rezipiert werden, ist kritisch anzumerken, dass das Modell die Dimensionalität digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte nicht ausreichend berücksichtigt. So beschreibt es bspw. keine spezifischen digitalen Kompetenzüberzeugungen mit Bezug zu bestimmten beruflichen Aufgaben (angehender) Lehrkräfte (Rubach & Lazarides, 2023a), wie z. B. der Kommunikation mit Schüler*innen, Eltern und anderen Lehrkräften (Redecker & Punie, 2017b). Daraus lässt sich ein weiteres Forschungsdesiderat hinsichtlich der Untersuchung der digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen ableiten. Auch existieren bislang nur wenige Studien, die digitale Kompetenzüberzeugungen zwischen verschiedenen Phasen der Lehrkräftebildung vergleichen. Die wenigen Studien, die hierzu existieren, beziehen sich zudem nur auf Lehramtsstudierende und Lehrkräfte, während keine Befunde zum Vergleich mit Lehramtsreferendar*innen vorliegen. Zum besseren Verständnis der Entwicklung digitaler Kompetenzüberzeugungen und zur Anpassung der Lehrkräftebildung an die individuellen Bedarfe (angehender) Lehrkräfte sind solche Vergleiche jedoch wünschenswert.

Zuletzt zeigt sich ein uneinheitlicher Forschungsstand bei der Betrachtung der Zusammenhänge digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und individuellen sowie kontextuellen Faktoren. Eine mögliche Erklärung sind die unterschiedlichen Operationalisierungen grundlegender und berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte. Da (angehende)

Lehrkräfte unterschiedliche Voraussetzungen mitbringen und in unterschiedlichen Umgebungen arbeiten, sind solche Befunde jedoch von hohem Wert für die Lehrkräftebildung. Daher besteht ein Desiderat in der weiteren Untersuchung der Zusammenhänge zwischen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren. Basierend auf diesen Forschungsdesideraten ist das zentrale Anliegen dieser Arbeit die Untersuchung der grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte. Die theoretische Grundlage zur inhaltlichen Beschreibung der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte bildet das Kompetenzmodell der KMK (2017). Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen werden inhaltlich über das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b) beschrieben. Weiterhin bezieht sich die Arbeit zur Untersuchung der Zusammenhänge digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte mit individuellen und Kontextfaktoren auf das Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al., 1983) und das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016).

Basierend auf diesen theoretischen Annahmen und dem dargelegten Forschungsstand untersucht die vorliegende Arbeit anhand der vier Studien folgende übergeordnete Forschungsfragen:

- i. Über welche grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen verfügen Lehramtsstudierende und Lehrkräfte und inwiefern unterscheiden sich beide Gruppen voneinander?
- ii. Inwiefern hängen die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften mit individuellen Faktoren und Kontextfaktoren zusammen?
- iii. Lässt sich die theoretisch angenommene Struktur des DigCompEdu-Rahmenmodells (Redecker & Punie, 2017b) von sechs Faktoren berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften empirisch bestätigen?
- iv. Über welche berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen verfügen Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte und inwiefern unterscheiden sich die drei Gruppen voneinander?
- v. Inwiefern lassen sich bei Lehrkräften verschiedene Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen feststellen?
- vi. Inwiefern wird die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften durch individuelle Faktoren und Kontextfaktoren bedingt?

In Studie I werden die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften untersucht und miteinander verglichen. Weiterhin werden Zusammenhänge zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und deren Nutzung digitaler Technologien im Lehramtsstudium untersucht. Bei den Lehrkräften werden Zusammenhänge

zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht betrachtet.

Studie II widmet sich dem Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit den Wertüberzeugungen zur Nutzung digitaler Technologien im Unterricht, der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht, der technischen Schulausstattung und der Unterstützung seitens der Schule.

Studie III dient der Entwicklung eines Instruments zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte. Weiterhin werden in dieser Studie die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften miteinander verglichen.

In Studie 4 werden schließlich die Profile der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften untersucht und inwiefern individuelle Faktoren und Kontextfaktoren die entsprechenden Profiltugehörigkeiten vorhersagen können.

5 Stichprobenbeschreibung

Die Daten für die vorliegende Doktorarbeit stammen aus dem DigKompEL-Projekt (Rubach & Lazarides 2017-2020). Die Erhebungen im Rahmen des Projektes fanden zu vier Zeitpunkten statt: im Oktober 2017 sowie April/Mai 2018 (Lehramtsstudierende aus Studie I), im Januar/Februar 2019 (Lehrkräfte aus Studie I und Studie II) sowie im Mai/Juni 2020 (Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte aus Studie III sowie Lehrkräfte aus Studie IV).

Für Studie I wurden die Daten von $n = 349$ Lehramtsstudierenden (64,8 % weiblich) genutzt, die im Oktober 2017 sowie April/Mai 2018 an einer Online-Befragung teilgenommen haben. Hierzu wurden die Daten der beiden Erhebungszeitpunkte zusammengeführt. Die Daten des Erhebungszeitpunkts im Oktober 2017 stammen ausschließlich von Lehramtsstudierenden der Universität Potsdam, während im April und Mai 2018 deutschlandweit erhoben wurde. Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Teilstichprobe ($N = 351$) genutzt, die jene Lehramtsstudierenden umfasst, die keine fehlenden Daten in den untersuchten Konstrukten aufweisen. Die Lehramtsstudierenden waren durchschnittlich 24,63 Jahre alt ($SD = 5,43$) und im Bachelor (57,9 %) oder Master (33,1 %) eingeschrieben. Der Großteil der Studierenden hat in einem Studiengang für das Sekundarschullehramt (87,7 %) studiert, gefolgt von Grundschullehramt (10,3 %) und Förderschullehramt (1,4 %; 0,6 % der Lehramtsstudierenden haben keine Angaben gemacht). Die meisten Lehramtsstudierenden haben Deutsch (37,5 %), Englisch (23,2 %), Mathematik (21,8 %) und Geschichte (17,8 %) studiert. Bei der Auswahl der Fächer waren mehrere Antwortoptionen möglich. Bei dieser Stichprobe ist zu beachten, dass ca. die Hälfte der Studierenden von der Universität Potsdam stammt. Die Erhebung wurde hier im Kontext einer Vorlesung durchgeführt, die ausschließlich Studierende des Lehramts für die Sekundarstufe besuchten. Der andere Teil der Stichprobe setzt sich aus Lehramtsstudierenden aus verschiedenen Universitäten

aus sieben deutschen Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen) zusammen. Der Online-Fragebogen wurde über Social Media und Mailverteiler von Fachschaftsräten deutscher Universitäten geteilt.

Ebenfalls für Studie I sowie für Studie II wurden die Daten von $n = 338$ Lehrkräften (52,4 % weiblich) bzw. $n = 280$ Lehrkräften (52,1 % weiblich) genutzt, die im Januar/Februar 2019 mittels einer Online-Befragung erhoben wurden. Hierbei handelt es sich jeweils um eine Teilstichprobe ($N = 449$) jener Lehrkräfte, die mindestens 75 Prozent des Fragebogens bearbeitet haben (Studie I, $n = 338$). In Studie II wurde dann eine Teilstichprobe der Datengrundlage von Studie I genutzt, die nur Lehrkräfte, die an einer Sekundarschule tätig waren, umfasst ($n = 280$). Die Lehrkräfte aus Studie I waren im Durchschnitt 44,23 Jahre alt ($SD = 10,26$), hatten im Durchschnitt 13,77 Jahre Berufserfahrung ($SD = 9,72$) und 29,6 Prozent der Lehrkräfte haben in Teilzeit gearbeitet. Unter den Lehrkräften befanden sich 10,1 Prozent Grundschullehrkräfte, 3,7 Prozent Förderschullehrkräfte und 86,2 Prozent Sekundarschullehrkräfte. Die am häufigsten unterrichteten Fächer waren Mathematik (35,8 %), Informatik (31,7 %), Deutsch (29,0 %) und Englisch (22,2 %). Bei der Angabe der Fächer waren mehrere Antwortoptionen möglich. Die Lehrkräfte aus Studie II waren durchschnittlich 43,88 Jahre alt ($SD = 10,00$), hatten eine durchschnittliche Berufserfahrung von 13,78 Jahren ($SD = 9,87$) und 42,5 Prozent der Lehrkräfte haben in Teilzeit gearbeitet. Unter den Lehrkräften haben 42,5 Prozent an Gymnasien und 57,5 Prozent an anderen Schulformen der Sekundarstufe gearbeitet. Am häufigsten haben die Lehrkräfte folgende Fächer unterrichtet: Informatik (35,7 %), Mathematik (28,9 %), Deutsch (21,4 %), Englisch (20,4 %), Geschichte (14,3 %), Chemie (12,1 %), Biologie (10,7 %) und Physik (10,7 %). Bei der Fächerauswahl waren mehrere Antwortoptionen möglich. Bei dieser Stichprobe ist zu beachten, dass ca. ein Drittel der Lehrkräfte Mathematik und/oder Informatik unterrichtet hat sowie dass im Vergleich zur Gesamtpopulation der Lehrkräfte überdurchschnittlich viele männliche Lehrkräfte vertreten waren. Da die Befragung zudem über Twitter (heute: X) und den Newsletter des Online-Fortbildungsunternehmens fobizz beworben wurde, ist nicht auszuschließen, dass Lehrkräfte teilgenommen haben, die sich mit dem Thema Digitalisierung im Kontext Schule und Unterricht in einem bedeutsamen Maß auseinandersetzen. Dies ist bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen.

Die Datenbasis für Studie III sowie Studie IV besteht aus $N = 2.282$ Teilnehmenden aus Deutschland, Österreich und der Schweiz genutzt, die im Mai/Juni 2020 an einer Online-Befragung teilgenommen haben. Für die Untersuchung in Studie III wurde eine Teilstichprobe von $n = 1.386$ Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften aus Deutschland genutzt, die mindestens 70 Prozent des Fragebogens bearbeitet haben und an einer allgemeinbildenden Schule arbeiten bzw. in einen Studiengang für das allgemeinbildende Lehramt eingeschrieben sind. Die Teilstichprobe setzt sich aus $n = 524$ Lehramtsstudierenden (74,8 % weiblich), $n = 164$ Lehramtsreferendar*innen (72,8 % weiblich) und $n = 698$ Lehrkräften (72,0 %) zusammen. Für Studie IV wurden die Daten der $n = 698$ Lehrkräfte genutzt. Die Lehramtsstudierenden waren im Durchschnitt 24,28 Jahre alt ($SD = 5,07$) und befanden sich durchschnittlich im achten Universitätssemester

($M = 8,46$; $SD = 5,36$). Ein Großteil der Studierenden befand sich in einem Studiengang für das Gymnasiallehramt (55,5 %), während weitere 18,3 Prozent in einen Studiengang für die Sekundarstufen I und II, 5,9 Prozent für die Sekundarstufe I und 21,4 Prozent für die Primarstufe eingeschrieben waren. Bei der Auswahl der Schulstufe waren mehrere Antwortoptionen möglich; dies gilt auch für die Teilstichproben der Lehramtsreferendar*innen und der Lehrkräfte. Die Lehramtsstudierenden haben folgende Fächer am häufigsten studiert: Deutsch (39,9 %), Mathematik (35,9 %) und Englisch (18,5 %). Auch bei der Fächerauswahl waren für Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte mehrere Antwortoptionen möglich. Die Lehramtsreferendar*innen der Teilstichprobe waren durchschnittlich 30,08 Jahre alt ($SD = 5,85$) und befanden sich im Durchschnitt im neunten Monat des Schulvorbereitungsdienstes ($M = 9,40$; $SD = 5,21$). Ein Großteil der Lehramtsreferendar*innen leistete den Vorbereitungsdienst an einer Schule der Schulform Gymnasium ab ($M = 42,1$ %) und weitere 24,4 Prozent an einer Schule der Sekundarstufen I und II. An einer Schule der Sekundarstufe I haben 15,2 Prozent der Lehramtsreferendar*innen den Vorbereitungsdienst geleistet und 25,0 Prozent an Grundschulen. Am häufigsten unterrichteten die Lehramtsreferendar*innen in den Fächern Deutsch (45,7 %), Mathematik (25,0 %) und Englisch (20,1 %). Die Lehrkräfte waren im Durchschnitt 45,09 Jahre alt ($SD = 11,00$) und verfügten über eine durchschnittliche Berufserfahrung von 17,53 Jahren ($SD = 11,50$). Von den Lehrkräften haben 34,4 Prozent an einem Gymnasium unterrichtet und 17,8 Prozent an einer Schule der Sekundarstufe I und II. Weiterhin haben 26,5 Prozent der Lehrkräfte an einer Schule der Sekundarstufe I unterrichtet und 24,8 Prozent an einer Grundschule. Die Lehrkräfte haben am häufigsten in den Fächern Deutsch (49,0 %), Mathematik (42,7 %) und Englisch (27,7 %) unterrichtet. Die Stärke dieser Stichprobe besteht darin, dass die befragten Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte trotz der vorrangigen Bewerbung der Studie über Social-Media-Kanäle und Mailing-Listen (z. B. von Berufsverbänden und Fachschaftsräten) in Alter, Geschlecht und Unterrichtsfächern der Gesamtpopulation von Lehrkräften nahekommen. Dennoch ist anzumerken, dass die Studie zu Beginn der COVID-19 Pandemie unter besonderen Voraussetzungen stattgefunden hat. Zwischen Mitte März und Mitte April wurde in den deutschen Universitäten der Semesterstart nach hinten verlegt. Im Sommersemester 2020 fanden die Lehrveranstaltungen mit sehr wenigen Ausnahmen online statt und Schulpraktika wurden in dieser Zeit für Lehramtsstudierende nicht durchgeführt. Die Schulen in Deutschland haben ab Mitte März aufgrund der pandemischen Lage geschlossen und Lehrkräfte und Lehramtsreferendar*innen haben via Fernlehre (digital oder analog) unterrichtet. Ab Mitte April, also kurz vor Beginn der Untersuchung, wurden die Schulen schrittweise für unterschiedliche Klassenstufen wieder geöffnet. Teilweise wurde auf hybride Unterrichtssettings zurückgegriffen, bei denen ein Teil der Klasse in der Schule unterrichtet wurde und der andere Teil via Videokonferenz am Unterricht teilgenommen hat. In dieser Phase haben viele Schulen mit verschiedenen digitalen Geräten und Tools experimentiert, was zur Veränderung und Digitalisierung schulischer und unterrichtlicher Prozesse geführt hat. Zudem gab es in der Gesellschaft

eine intensive Debatte über Digitalisierungsprozesse an deutschen Schulen. Diese Hintergründe müssen bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

6 Zusammenfassung der Studien

6.1 Studie I: Exploring the Link Between Basic ICT Competence Beliefs and Technology Use: Implications for the New Agenda of Technology-Related Teacher Education

Die erste Studie befasst sich mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften sowie deren Zusammenhang mit der Nutzung digitaler Technologien im Studium bzw. im Unterricht.

6.1.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen

Die theoretische Basis der ersten Studie bilden das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) und die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles & Wigfield, 2020). In diesem Kontext untersucht die erste Studie den Zusammenhang zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung von digitalen Technologien bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften in Studium und Beruf.

Grundlegende digitale Kompetenzen bilden die Grundlage für berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (Brandhofer et al., 2016) und für das Unterrichten mit, durch und über digitale Technologien (Guggemos & Seufert, 2021; Krumsvik, 2014). Um digitale Technologien im beruflichen Kontext einzusetzen und an die eigenen Bedürfnisse anzupassen, ist ein Verständnis der Potentiale und Risiken digitaler Technologien unerlässlich (Krumsvik, 2011; Mishra & Koehler, 2006; Rubach & Lazarides, 2023a). Diese grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften lassen sich daher in verschiedene Kompetenzdimensionen unterscheiden: *Suchen und Verarbeiten, Kommunizieren und Kollaborieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln* sowie *Analysieren und Reflektieren* (Law et al., 2018; Rubach & Lazarides, 2021a, 2023a; Vuorikari et al., 2016).

In unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung können unterschiedliche Erfahrungen und Bedarfe hinsichtlich der Nutzung digitaler Technologien vorliegen. Daher liegt ein Fokus der Studie auf dem Vergleich von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften, die bislang nur in vereinzelt Studien gemeinsam untersucht wurden. Die wenigen Studien zu grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften zeigen unterschiedliche Ergebnisse: Einige Autoren fanden Unterschiede zwischen Lehramtsstudierenden und Lehrkräften (Saltan & Arslan, 2017; Teo, 2015; Turgut, 2017). In anderen Untersuchungen konnten wiederum keine Unterschiede zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften festgestellt werden (Aygün & İlhan, 2020; Yang et al., 2022). Da bislang weder die Nutzung digitaler Technologien noch der Zusammenhang zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung digitaler Technologien in

unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung untersucht wurden, soll die vorliegende Studie diese Forschungslücke schließen. Studien, in denen ausschließlich Lehramtsstudierende (z. B. Rubach & Lazarides, 2019) oder Lehrkräfte (z. B. Schauffel et al., 2021) betrachtet wurden, deuten jedoch auf positive Zusammenhänge zwischen Kompetenzüberzeugungen und Nutzungsverhalten hin. Unklar ist, inwiefern diese grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen im Allgemeinen (Mishra & Koehler, 2006) oder in ihren spezifischen Kompetenzdimensionen (Rubach & Lazarides, 2021a) mit der Nutzung digitaler Technologien zusammenhängen. Diese Forschungslücke wird in der vorliegenden Studie durch die Nutzung explorativer Strukturgleichungsmodelle adressiert.

Vor diesem Hintergrund werden in der ersten Studie folgende Fragestellungen untersucht:

- (1) Wie schätzen Lehramtsstudierende und Lehrkräfte ihre grundlegenden digitalen Kompetenzen in verschiedenen Kompetenzdimensionen ein?
- (2) Berichten Lehramtsstudierende und Lehrkräfte die Nutzung von Tablets, Lernmanagementsystemen, Wikis, Foren und Weblogs im Studium bzw. im Unterricht?
- (3) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Dimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen und der Technologienutzung bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften?

6.1.2 Methode

Für die Untersuchung wurden Daten von $n = 349$ Lehramtsstudierenden (64,8 % weiblich) und $n = 338$ Lehrkräften (52,4 % weiblich) genutzt.¹⁴

Die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen wurden mithilfe eines Instrumentes von Rubach und Lazarides (2019, 2021a) in sechs Kompetenzdimensionen erfasst: *Suchen und Verarbeiten*, *Kommunizieren und Kollaborieren*, *Produzieren und Präsentieren*, *Schützen und sicher Agieren*, *Problemlösen und Handeln* und *Analysieren und Reflektieren*. Aufgrund der Weiterentwicklung der Skalen zwischen den Erhebungen unterscheidet sich die Anzahl der erhobenen Items zwischen der Lehramtsstudierenden-Stichprobe (20 Items) und der Lehrkräfte-Stichprobe (32 Items).

Zur Erfassung der Technologienutzung wurden die Teilnehmenden gefragt, ob sie folgende Technologien nutzen: Tablets, Foren, Wikis, Weblogs und Lernmanagementsysteme. Lehramtsstudierende wurden gefragt, ob sie die Technologien in ihrem Studium nutzen. Lehrkräfte wurden gefragt, wie häufig sie die Technologien im Unterricht nutzen. Zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Stichproben wurden die Antworten der Lehrkräfte in ein binäres Format rekodiert. Detaillierte Angaben zu den genutzten Instrumenten befinden sich in den Anhängen B.1 und B.2.

Die Analysen wurden in SPSS 29 und *Mplus* 8.1 (Muthén & Muthén, 2017) durchgeführt. Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurden, getrennt für beide Stichproben, bifaktorielle explorative

¹⁴ Eine detaillierte Beschreibung der Stichproben findet sich in Kapitel 5.

Strukturgleichungsmodelle mit je einem Generalfaktor (G-Faktor) und je sechs spezifischen Faktoren (S-Faktoren) erstellt. Mithilfe von t-tests wurden Mittelwertsunterschiede für den G-Faktor und die sechs S-Faktoren zwischen Lehramtsstudierenden und Lehrkräften untersucht. Für die Beantwortung von Forschungsfrage 2 wurden die absoluten Häufigkeiten der von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften genutzten Technologien betrachtet. Zur Beantwortung von Forschungsfrage 3 wurden, getrennt für beide Stichproben, bifaktorielle explorative Strukturgleichungsmodelle mit Outcomes berechnet. Da bifaktorielle explorative Strukturgleichungsmodelle Kreuzladungen von Items über S-Faktoren hinweg erlauben, wurden im ersten Schritt auch Items aufgenommen, die zuvor aufgrund von Kreuzladungen ausgeschlossen wurden (Rubach & Lazarides, 2019). Im zweiten Schritt wurden dann binär kodierte Outcomes zum Modell hinzugefügt. Es wurde der Weighted Least Squares-Mean Schätzer (WLSM) verwendet.

6.1.3 Ergebnisse und Diskussion

Lehrkräfte und Lehramtsstudierende berichten eher hohe globale grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (G-Faktor) sowie eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen in den einzelnen Kompetenzdimensionen (S-Faktoren). Lediglich in der Dimension *Kommunizieren und Kollaborieren* berichten Lehrkräfte hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen. Dort zeigen Lehrkräfte auch ihre höchsten grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen, während sie ihre niedrigsten Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Analysieren und Reflektieren* berichten. Die höchsten grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen Lehramtsstudierende in der Dimension *Produzieren und Präsentieren*, die niedrigsten in der Dimension *Problemlösen und Handeln*. Der Vergleich zwischen Lehramtsstudierenden und Lehrkräften (Forschungsfrage 1) zeigt, dass Lehrkräfte sich in ihren globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen (G-Faktor) und in den Kompetenzdimensionen *Suchen und Verarbeiten*, *Kommunizieren und Kollaborieren*, *Schützen und sicher Agieren* sowie *Problemlösen und Handeln* höher einschätzen als Lehramtsstudierende. Lehramtsstudierende schätzen hingegen ihre grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Kompetenzdimension *Analysieren und Reflektieren* höher ein als Lehrkräfte. In der Kompetenzdimension *Produzieren und Präsentieren* zeigen sich keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Eine mögliche Erklärung für die Unterschiede könnte sein, dass Lehrkräfte digitale Technologien für berufliche Zwecke und damit mit einer anderen Absicht einsetzen. Zudem ist denkbar, dass die Planung und Durchführung von Unterricht mit digitalen Technologien eine andere kognitive Ebene des Technologieverständnisses erfordert als die Nutzung digitaler Technologien für Lernzwecke. Limitierend ist anzumerken, dass bei der Erhebung der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften aufgrund einer Überarbeitung der Skalen Unterschiede auf der Item-Ebene bestehen, weshalb die Betrachtung der Kompetenzüberzeugungen auf Konstrukt-Ebene erfolgte. Ein Desiderat wäre daher die Wiederholung der Untersuchung mit einheitlichen Skalen bei Lehramtsstudierenden und Lehrkräften.

Hinsichtlich der Technologienutzung (Forschungsfrage 2) zeigt sich, dass die meisten Lehramtsstudierenden Lernmanagementsysteme, Wikis und Tablets nutzen, während weniger Lehramtsstudierende Foren und Weblogs verwenden. Die meisten Lehrkräfte nutzen Wikis, Tablets und Lernmanagementsysteme. Foren und Weblogs werden von weniger Lehrkräften genutzt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Lehrkräfte weitgehend selbst entscheiden können, welche digitalen Technologien sie in ihrem Unterricht nutzen. Lehramtsstudierende könnten in ihrer Rolle als Lernende in der Technologieauswahl eingeschränkter sein. Zudem fand die Untersuchung vor der COVID-19-Pandemie statt und es ist denkbar, dass sich in der post-pandemischen Situation andere Ergebnisse zeigen. Auch sollte die binäre Kodierung der Technologienutzung angemerkt werden, die beispielsweise keine Rückschlüsse auf die Nutzungshäufigkeit oder -zwecke zulässt.

Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Technologienutzung (Forschungsfrage 3) zeigen sich bei den Lehramtsstudierenden positive Zusammenhänge zwischen den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung von Foren und Wikis. Die Kompetenzdimension *Kommunizieren und Kollaborieren* hängt hingegen negativ mit der Nutzung von Tablets zusammen. Die Kompetenzdimension *Analysieren und Reflektieren* hängt wiederum positiv mit der Nutzung von Weblogs zusammen. Zuletzt besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen in den Kompetenzdimensionen *Produzieren und Präsentieren*, *Schützen und sicher Agieren* sowie *Problemlösen und Handeln* und der Nutzung von Lernmanagementsystemen. Bei den Lehrkräften bestehen positive Zusammenhänge zwischen den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung von Foren, Weblogs, Wikis und Lernmanagementsystemen. Die Kompetenzdimension *Kommunizieren und Kollaborieren* hängt positiv mit der Nutzung von Tablets und Weblogs zusammen. Demgegenüber zeigen sich negative Zusammenhänge zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen im *Produzieren und Präsentieren* und der Nutzung von Wikis und Lernmanagementsystemen. Zwischen der Kompetenzdimension *Schützen und sicher Agieren* und der Nutzung von Weblogs, Wikis und Lernmanagementsystemen besteht ein positiver Zusammenhang. Ebenfalls zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen dem *Problemlösen und Handeln* und der Nutzung aller untersuchten Technologien. Zuletzt zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen der Kompetenzdimension *Analysieren und Reflektieren* und der Nutzung von Lernmanagementsystemen. So verweisen die Ergebnisse darauf, dass trotz unterschiedlicher Nutzungsszenarien alle grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften in verschiedenem Ausmaß mit der Nutzung digitaler Technologien zusammenhängen. Überraschenderweise zeigte sich, trotz der Komplexität der Funktionen von Tablets, in keiner Gruppe ein Zusammenhang zwischen der Nutzung von Tablets und den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass Tablets stark individualisierte Geräte sind und deren Nutzung daher vermutlich eher mit spezifischen Kompetenzdimensionen zusammenhängen könnte. Auch konnte in keiner der

beiden Gruppen ein Zusammenhang zwischen der Kompetenzdimension *Suchen und Verarbeiten* und der Nutzung digitaler Technologien festgestellt werden. Da die vorliegende querschnittliche Studie lediglich erste Hinweise auf Zusammenhänge zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung digitaler Technologien gibt, sollten zukünftige Studien diese Zusammenhänge mithilfe eines längsschnittlichen Designs überprüfen, um kausale Zusammenhänge darstellen zu können.

Mit Blick auf die übergeordneten Fragestellungen dieser Arbeit verweisen die Ergebnisse der ersten Studie darauf, dass sowohl Lehrkräfte als auch Lehramtsstudierende eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen berichten. Jedoch zeigen Lehrkräfte global sowie in den meisten Kompetenzdimensionen höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen als Lehramtsstudierende. Hinsichtlich der Nutzung digitaler Technologien im universitären sowie schulischen Alltag zeigen sich verschiedene Zusammenhänge mit den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und einzelnen Kompetenzdimensionen. Lediglich die Kompetenzdimension *Suchen und Verarbeiten* zeigt keinerlei Zusammenhänge mit der Nutzung digitaler Technologien. Zudem bestehen bei den Lehrkräften vielfältigere Zusammenhänge zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung digitaler Technologien als bei Lehramtsstudierenden.

6.2 Studie II: Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen und Wertüberzeugungen

Die zweite Studie untersucht, inwiefern die von Lehrkräften berichtete Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen mit Kontextfaktoren (wahrgenommene technische Schulausstattung und Medienunterstützung) und persönlichen Faktoren (grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen und Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht) zusammenhängt.

6.2.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen

Die theoretische Grundlage der zweiten Studie bilden die Basisdimensionen von Unterrichtsqualität (Klieme, 2019), das Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al., 1983) und das Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016).

Um die Lernergebnisse von Schüler*innen zu fördern, besteht ein wichtiges Ziel des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht in der Erhöhung der Unterrichtsqualität durch deren pädagogisch wirksame Einbindung (Eickelmann & Gerick, 2020; Heldt et al., 2020). Neben den drei generischen Dimensionen von Unterrichtsqualität – Klassenführung, kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung – betrachtet die vorliegende Studie auch die Individualisierung als wichtiges Merkmal wirkungsvollen

Unterrichts (Klieme, 2019; Lipowsky, 2015). Angenommen wird, dass die Integration digitaler Technologien aufgrund ihrer didaktischen Potentiale zu einer Veränderung von Lehr-Lernprozessen führt (Eickelmann & Gerick, 2020). So weisen die Ergebnisse von Studien darauf hin, dass digitale Technologien eine effiziente Klassenführung unterstützen (Sieve, 2015), zur kognitiven Aktivierung (Kerres, 2018) und konstruktiven Unterstützung von Lernprozessen beitragen (Hillmayr et al., 2017) sowie bei der Individualisierung von Aufgaben und Feedback unterstützen (Schaumburg, 2017).

Nach der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) und dem Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) beeinflussen persönliche Überzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien das Unterrichtshandeln. Lehrkräfte, die am Einsatz digitaler Technologien interessiert sind, berichten von einem häufigeren Einsatz digitaler Technologien (Ertmer et al., 2012; Hew & Brush, 2007). Auch Lehrkräfte, die digitale Technologien als nützlich für ihren Unterricht bewerten, setzen diese häufiger ein (Backfisch, Lachner et al., 2021; Sundqvist et al., 2021). Zudem empfinden Lehrkräfte, die häufig digitale Technologien im Unterricht einsetzen, geringere psychologische Kosten dabei (Sipilä, 2011).

Neben den persönlichen Überzeugungen von Lehrkräften zum Einsatz digitaler Technologien beeinflussen auch digitale Kompetenzüberzeugungen sowie Merkmale der Schulausstattung den Einsatz digitaler Medien im Unterricht (Knezek & Christensen, 2016). Demnach wird angenommen, dass hohe grundlegende sowie berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen damit zusammenhängen, inwiefern Lehrkräfte digitale Technologien qualitativ in ihren Unterricht integrieren (I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; O. E. Hatlevik, 2017; Mishra & Koehler, 2006). Zudem geht das Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al., 1983) davon aus, dass auch Kontextfaktoren auf die motivationalen Überzeugungen wirken und damit die Verhaltensweisen von Individuen bedingen. So zeigen sich Zusammenhänge zwischen der technischen Schulausstattung und dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht (Drossel & Eickelmann, 2017; Lucas et al., 2021) sowie zwischen der Unterstützung durch die Schule bzw. die Kooperation mit Kolleg*innen (Lucas et al., 2021; Sundqvist et al., 2021) und dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Auch deuten die Ergebnisse von Sundqvist et al. (2021) darauf hin, dass Schulmerkmale vermittelt über individuelle Lehrkräftemerkmale mit dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht zusammenhängen. Weiterhin konnten Untersuchungen zeigen, dass das Geschlecht (Drossel & Eickelmann, 2017; Lucas et al., 2021; Tezci, 2010) und die Berufserfahrung von Lehrkräften (Gil-Flores et al., 2017; López-Vargas et al., 2017; Tezci, 2010) sowie die Schulform, an der sie unterrichten, mit dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht (U. Schmid et al., 2017; Wetterich et al., 2014) zusammenhängen.

In der zweiten Studie werden daher folgende Fragestellungen untersucht:

- (1) Können die theoretisch und empirisch definierten Unterrichtsqualitätsdimensionen empirisch in einer Vier-Faktorenstruktur abgebildet werden?
- (2) Inwieweit nutzen Lehrkräfte digitale Medien, um die Prozessqualität des Unterrichts in Bezug auf vier Unterrichtsqualitätsdimensionen umzusetzen?

- (3) Inwieweit sind Schulmerkmale (technische Schulausstattung, Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien) indirekt über Lehrkräftemerkmale (digitale Kompetenzselbsteinschätzungen, Wertüberzeugungen, Kosten) mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen (kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung, Strukturierung) assoziiert?
- (4) Inwiefern erklären sozio-demografische Merkmale von Lehrkräften und Strukturmerkmale der Schule sowohl untersuchte Schulmerkmale (technische Schulausstattung, Zufriedenheit mit der schulischen Medienunterstützung), Lehrkräftemerkmale (digitale Kompetenzselbsteinschätzungen, Werte- und Kostenüberzeugungen) sowie die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen (kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung, Strukturierung)?

6.2.2 Methode

Für die Untersuchung wurden Daten von $n = 280$ Lehrkräften (52,1 % weiblich) genutzt.¹⁵

Die Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen wurde mithilfe von vier Skalen (Strukturierung, kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung) angelehnt an Klieme (2020) und Lipowsky (2006) erhoben. Die Originalskalen wurden dahingehend umformuliert, dass sie die Häufigkeit der Umsetzung der vier Unterrichtsqualitätsdimensionen mithilfe digitaler Technologien erfassen.

Die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zum Einsatz digitaler Medien wurde in Anlehnung an Sundqvist et al. (2021) in drei Bereichen erfasst: technischer Support, medienpädagogische Unterstützung und Unterstützung durch die Schulleitung zum Einsatz digitaler Medien.

Die technische Schulausstattung wurde mithilfe eines Instruments von Breiter et al. (2010) erfasst. Die Lehrkräfte wurden nach dem Zugang zu sieben digitalen Endgeräten in der Schule und für den eigenen Unterricht gefragt: Rechner im Unterrichtsraum, Computerraum, Laptop-Klassensätze, Tablet-Klassensätze, mobile Präsentationseinheiten, Smartboards sowie digitale Kameras, Fotokameras, Aufnahmegeräte. Die Originalkodierung wurde in ein binäres Antwortformat rekodiert, um einen Summenscore zu bilden, der die Vielfalt der an der Schule vorhandenen Endgeräte wiedergibt.

Zur Erfassung der Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht wurden vier Subskalen angelehnt an Eccles (2005) und Rubach und Lazarides (2019) entwickelt: Wichtigkeit, Interesse, Nützlichkeit und Kosten. Aufgrund hoher Korrelationen wurden die Subskalen Interesse, Wichtigkeit und Nützlichkeit zu einem Faktor Wertüberzeugungen zusammengefasst.

Zur Erfassung der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen wurde ein Instrument von Rubach und Lazarides (2021a) genutzt. Für jede der sechs Kompetenzdimensionen (*Suchen und*

¹⁵ Eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe findet sich in Kapitel 5.

Verarbeiten, Kommunizieren und Kooperieren, Problemlösen und Handeln, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Analysieren und Reflektieren) wurde das Item ausgewählt, das am höchsten auf den jeweiligen Faktor lädt. Angelehnt an Siddiq et al. (2016) wurde ein siebtes Item aufgenommen, welches die kompetente Nutzung von Hard- und Software umfasst.

Die Lehrkräfte wurden zudem nach ihrem Geschlecht, ihrer Berufserfahrung als Lehrkraft in Jahren und der Schulform, an der sie unterrichten, gefragt. Detaillierte Angaben zu den genutzten Instrumenten befinden sich in Anhang B.3.

Die Analysen wurden in *Mplus* 8.1 (Muthén & Muthén, 2017) durchgeführt. Zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 wurde die faktorielle Struktur der Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse (CFA) überprüft. Mithilfe von Strukturgleichungsmodellen wurden die Zusammenhänge von Schulmerkmalen und den Unterrichtsqualitätsdimensionen vermittelt über Lehrkräfte Merkmale untersucht (Forschungsfragen 3 und 4).

6.2.3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der CFA weisen auf eine gute Passung des 4-Faktoren-Modells hin (Forschungsfrage 1). Zwischen den vier Faktoren (Strukturierung, kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung) bestehen mittelstark bis stark positive Zusammenhänge. Damit zeigt die Studie, dass bei der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht vier Unterrichtsqualitätsdimensionen unterschieden werden können, die von Lehrkräften im Unterricht umgesetzt werden.

Die Befunde zur Forschungsfrage 2 zeigen, dass Lehrkräfte in einigen Stunden digitale Technologien zur Strukturierung des Unterrichts verwenden. Zur kognitiven Aktivierung, Individualisierung und konstruktiven Unterstützung setzen die Lehrkräfte digitale Technologien in sehr wenigen bis einigen Stunden ein.

Die Ergebnisse der Strukturgleichungsmodelle (Forschungsfrage 3) verweisen auf positive Zusammenhänge zwischen Schulmerkmalen, Lehrkräfte Merkmalen und Unterrichtsmerkmalen. Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der technischen Schulausstattung und der kognitiven Aktivierung. Zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der technischen Schulausstattung zeigt sich hingegen kein Zusammenhang. Jedoch steht die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung in Zusammenhang mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen, konstruktiver Unterstützung und Individualisierung. Weiterhin steht die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung, vermittelt über die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen, in einem indirekten Zusammenhang mit den Unterrichtsqualitätsdimensionen Individualisierung und kognitive Aktivierung. Zudem stehen alle vier Unterrichtsqualitätsdimensionen in einem positiven Zusammenhang mit einerseits den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht sowie andererseits mit den

grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen. Lehrkräfte müssen sich demnach kompetent fühlen und den Wert digitaler Technologien erkennen, um diese im Unterricht zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen einzusetzen. Auch zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehrkräfte und den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien. Ein negativer Zusammenhang besteht zwischen den Kosten des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen. Kein Zusammenhang konnte jedoch zwischen den Kosten des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht und der unterrichtlichen Nutzung digitaler Technologien festgestellt werden. Vor dem Hintergrund des negativen Zusammenhangs zwischen den Kosten und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen scheint es möglich, dass Lehrkräfte trotz empfundener Kosten digitale Technologien nutzen, weil sie sich aufgrund äußerer Umstände dazu verpflichtet fühlen könnten.

Die Ergebnisse zur Forschungsfrage 4 zeigen, dass sich männliche Lehrkräfte digital kompetenter einschätzen als weibliche Lehrkräfte. Jedoch zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung von Unterrichtsqualität. Demnach stellt sich die Frage, weshalb es keine Unterschiede in der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht zwischen den Geschlechtern bestehen, wenn sich jedoch Geschlechtsunterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zeigen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die technische Schulausstattung und die schulische Unterstützung positiv mit dem Geschlecht der Lehrkräfte zusammenhängen. Zudem sind in der Stichprobe Informatik-Lehrkräfte sowie männliche Lehrkräfte überproportional repräsentiert, was auf die Art der Erhebung sowie die Bewerbung via Online-Plattformen zurückzuführen sein könnte. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass sich Gymnasiallehrkräfte digital kompetenter einschätzen als Lehrkräfte anderer Schulen der Sekundarstufen I und II, jedoch setzen Letztere häufiger digitale Technologien zur kognitiven Aktivierung, Strukturierung und konstruktiven Unterstützung ein. Auch hier stellt sich die Frage, was dazu führt, dass Lehrkräfte an Gymnasien höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen berichten, jedoch seltener digitale Technologien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen einsetzen als Lehrkräfte an anderen Schulen der Sekundarstufe I und II. Zudem wäre es wünschenswert, in zukünftigen Studien auch Grundschullehrkräfte einzubeziehen. Hinsichtlich der Berufserfahrung zeigte sich weder ein Zusammenhang mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen der Lehrkräfte noch mit der Nutzung digitaler Technologien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen.

In Bezug auf die übergeordneten Fragestellungen dieser Arbeit verweisen die Ergebnisse der zweiten Studie auf die Wichtigkeit der grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften für den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Hinsichtlich der individuellen Faktoren zeigen sich Zusammenhänge mit dem Geschlecht und der Schulart, nicht jedoch mit der Berufserfahrung. Zudem verweist die Studie auf die Zusammenhänge zwischen grundlegenden digitalen

Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren positive sowie negative Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. In Bezug auf die Kontextfaktoren zeigen sich Zusammenhänge zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung, nicht jedoch mit der Vielfalt der Schulausstattung.

6.3 Studie III: Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework

Der Fokus der dritten Studie liegt auf der Validierung einer Skala zu berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften auf Basis von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) sowie auf dem Vergleich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen diesen drei Gruppen.

6.3.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen

Die theoretische Basis der dritten Studie bilden die Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) und das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b). Demnach wird angenommen, dass die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften beeinflussen, wie sie digitale Technologien im beruflichen Kontext nutzen. Nach Redecker und Punie (2017a, 2017b) lassen sich sechs Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzen unterscheiden: *Berufliches Engagement, Digitale Ressourcen, Lehren und Lernen, Evaluation, Lernerorientierung* und *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden*.

Die Entwicklung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen stellt einen andauernden Lernprozess im Beruf einer Lehrkraft dar, der mit dem Lehramtsstudium beginnt und mit dem Ausscheiden aus dem Berufsleben endet (Eickelmann & Drossel, 2020). Das System der Lehrkräftebildung in Deutschland weist hierbei eine Besonderheit auf, da es aus drei Phasen – Studium, Vorbereitungsdienst und Weiterbildung im Beruf – besteht, die aufeinander aufbauen. Demnach sollten sich (angehende) Lehrkräfte aller drei Phasen mit dem Einsatz digitaler Technologien im Lehrberuf auseinandersetzen, um entsprechende Kompetenzüberzeugungen zu erwerben und zu vertiefen. Bislang gibt es jedoch keine Studien, die die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften gemeinsam untersuchen. Die wenigen Studien, die berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften vergleichen, kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen (Aslan & Zhu, 2016; Dong et al., 2015). Diese Unterschiede könnten jedoch auf unterschiedliche Erhebungsinstrumente zurückzuführen sein. Zu den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsreferendar*innen liegen bislang keine Befunde vor. Ein Ziel der vorliegenden Studie ist daher, diese Forschungslücke durch einen Vergleich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften zu schließen.

Zur Beschreibung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften existieren verschiedene Ansätze und Modelle (Rubach & Lazarides, 2023a). Ein Modell, das sich im Besonderen auf die vielfältigen berufsbezogenen digitalen Kompetenzen von Lehrenden bezieht, ist das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b). Es wurden bereits Instrumente entwickelt, die auf Basis von DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) die berufliche Nutzung digitaler Technologien von Lehrkräften untersuchen (z. B. Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019). Kritisch anzumerken ist jedoch, dass diese Instrumente alle 22 theoretisch beschriebenen Kompetenzen mit jeweils einem Item erfassen. Es ist fraglich, ob die Komplexität der von Redecker und Punie (2017b) definierten Kompetenzen mit jeweils einem Item erfasst werden kann (siehe auch Allen et al., 2022). Demnach gibt es bislang kein Instrument, das alle von Redecker und Punie (2017b) beschriebenen Kompetenzen umfassend abbildet und die Komplexität berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften erfasst. Daher soll in dieser Studie ein Instrument validiert werden, das die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften erfasst.

Die dritte Studie untersucht demnach folgende Forschungsfragen und Hypothesen:

- (1) Welche Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen lassen sich entsprechend der von Redecker und Punie (2017b) vorgeschlagenen Klassifizierung empirisch bestätigen?
- (2) Lassen sich die getesteten Dimensionen bei Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften validieren?
- (3) Unterscheiden sich Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte in ihren berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen?

6.3.2 Methode

Die Basis für die Untersuchung bilden die Daten von $n = 1386$ (angehenden) Lehrkräften aus Deutschland, darunter $n = 524$ Lehramtsstudierende (74,8 % weiblich), $n = 164$ Lehramtsreferendar*innen (72,8 % weiblich) und $n = 698$ Lehrkräfte (72,0 % weiblich).¹⁶

Bei der Entwicklung des Instruments zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte wurden auf Basis der von Redecker und Punie (2017a) formulierten 22 Kompetenzen insgesamt 33 Items entwickelt. Hierbei wurde der Begriff „Lernende“ durch den Begriff „Schüler*innen“ ersetzt, da sich das Instrument an (angehende) Lehrkräfte des allgemeinbildenden Schulsystems richtet. Aufgrund der unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung, in denen sich die (angehenden) Lehrkräfte befinden, unterscheiden sich die Fragestellungen leicht voneinander. So differiert der Vorspann bei den Lehramtsstudierenden („Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ...“) von dem der

¹⁶ Eine detaillierte Beschreibung der Stichproben findet sich in Kapitel 5.

Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte („Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...“). Die Itemformulierungen unterscheiden sich jedoch nicht. Nach mehreren Überarbeitungsschleifen wurde eine Pilotstudie mit sechs Lehramtsstudierenden durchgeführt. Detaillierte Angaben zum genutzten Instrument befinden sich im Anhang B.4.

Alle Analysen wurden in *Mplus* 8.4 (Muthén & Muthén, 2017) durchgeführt. Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurde ein zweistufiges Verfahren angewandt: Im ersten Schritt wurde eine explorative Faktorenanalyse (EFA) durchgeführt, um die faktorielle Struktur des Instruments zu prüfen. Im zweiten Schritt wurde dann die am besten auf die Daten passende Faktorenlösung mithilfe einer konfirmatorischen Faktorenanalyse (CFA) überprüft. Zur Validierung des Instruments in allen drei Gruppen (Forschungsfrage 2) sowie zum Vergleich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den Gruppen (Forschungsfrage 3) wurde anschließend eine Messinvarianztestung (Christ & Schlüter, 2012) durchgeführt.

6.3.3 Ergebnisse und Diskussion

Zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 wurden zunächst zwei EFA durchgeführt. Die Ergebnisse der ersten EFA deuten auf eine sieben-faktorielle Struktur hin. In einer zweiten EFA wurden schließlich Schritt für Schritt vier Items ausgeschlossen, die Kreuzladungen oder zu niedrige Ladungen aufwiesen. Nach Ausschluss der Items deuten die Ergebnisse weiterhin auf eine sieben-faktorielle Struktur hin. Die CFA für ein Sieben-Faktoren-Modell zeigt, nach Ergänzung einer Residualkorrelation, gute Fit-Werte. Im Vergleich zum theoretisch angenommenen Sechs-Faktoren-Modell sowie einem Ein-Faktoren-Modell zeigt das Sieben-Faktoren-Modell die beste Passung auf die Daten. Alle Faktoren korrelieren mittelstark bis stark miteinander. Folgende sieben Faktoren wurden extrahiert: *Administration und Weiterbildung* (sieben Items), *Unterrichtsplanung* (vier Items), *Lehren und Unterstützung von Schüler*innen* (vier Items), *Evaluation* (drei Items), *Schüler*innenorientierung* (fünf Items), *Förderung der digitalen Kompetenz von Schüler*innen* (vier Items) und *Datenschutz und Urheberrecht* (zwei Items). Demnach lassen sich die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften in sieben statt der theoretisch angenommenen sechs Kompetenzdimensionen unterscheiden. Hierbei zeigen sich auch Überschneidungen zu Modellen genereller berufsbezogener Kompetenzen von Lehrkräften wie bspw. mit den Kompetenzen zum Diagnostizieren, Prüfen und Bewerten (Baumert & Kunter, 2013) oder zum Unterrichten (KMK, 2022).

Die Überprüfung der Messinvarianz zeigt, dass zwischen allen drei Gruppen eine skalare Messinvarianz vorliegt (Forschungsfrage 2). Die sieben Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen können daher auch getrennt für die drei Gruppen bestätigt werden.

Die Ergebnisse zur Forschungsfrage 3 zeigen, dass Lehramtsreferendar*innen ihre Kompetenzüberzeugungen in der Kompetenzdimension *Administration und Weiterbildung* am höchsten einschätzen, gefolgt von Lehrkräften, gefolgt von Lehramtsstudierenden. Hier berichten sowohl Lehramtsreferendar*innen als auch Lehrkräfte ihre höchsten berufsbezogenen digitalen

Kompetenzüberzeugungen. In der Kompetenzdimension *Unterrichtsplanung* schätzen sich Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte kompetenter ein als Lehramtsstudierende. Zwischen Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften zeigen sich keine signifikanten Unterschiede. In der Kompetenzdimension *Lehren und Unterstützung von Schüler*innen* weisen Lehramtsreferendar*innen die höchsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen auf. Zwischen Lehramtsstudierenden und Lehrkräften bestehen hier keine signifikanten Unterschiede. In der Kompetenzdimension *Evaluation* gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Sowohl Lehramtsreferendar*innen als auch Lehrkräfte zeigen hier ihre niedrigsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. In der Kompetenzdimension *Schüler*innenorientierung* schätzen sich Lehramtsreferendar*innen kompetenter ein als Lehrkräfte, während Lehramtsstudierende sich weder von Lehramtsreferendar*innen noch von Lehrkräften signifikant unterscheiden. In der Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz der Schüler*innen* berichten Lehramtsstudierende höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen als Lehrkräfte. Lehramtsreferendar*innen unterscheiden sich nicht signifikant von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften. Hier berichten Lehramtsstudierende zudem ihre höchsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. In der Kompetenzdimension *Datenschutz und Urheberrecht* weisen Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte höhere Kompetenzüberzeugungen als Lehramtsstudierende auf. Zwischen Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften bestehen keine signifikanten Unterschiede. Lehramtsstudierende berichten hier ihre niedrigsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. In den meisten Kompetenzdimensionen schätzen Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte ihre Kompetenzüberzeugungen als durchschnittlich bis eher hoch ein. Lediglich in den Dimensionen *Evaluation* und *Datenschutz und Urheberrecht* zeigen die drei Gruppen niedrigere Kompetenzüberzeugungen im eher niedrigen bis durchschnittlichen Bereich. Zusammenfassend zeigt sich, dass Lehramtsreferendar*innen in der Tendenz höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen berichten als Lehramtsstudierende und Lehrkräfte. Lehramtsstudierende tendieren hingegen dazu, niedrigere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen zu berichten als Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte. Da Lehramtsreferendar*innen über weniger Lerngelegenheiten zum Einsatz digitaler Technologien in der Schule verfügen als Lehrkräfte, ist dieser Befund überraschend. Es ist jedoch möglich, dass Lehramtsreferendar*innen von Lerngelegenheiten zur Nutzung digitaler Technologien in ihrer Freizeit oder ihrem Studium profitieren oder dass sie sich selbst überschätzen (Max et al., 2022). Dies könnte auch auf Lehramtsstudierende zutreffen, die in der *Förderung der digitalen Kompetenz der Schüler*innen* höhere Kompetenzüberzeugungen berichten als Lehrkräfte. Dass Lehramtsstudierende ansonsten eher zu den niedrigsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen der drei Gruppen tendieren, widerspricht der Annahme, dass *digital natives* digital kompetenter sind als *digital immigrants*. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass die zu Beginn der COVID-19-Pandemie durchgeführt wurde und die Ergebnisse durch Schul- bzw.

Universitätsschließungen und Distanzlehre beeinflusst sein könnten. Weiterhin beschränkt sich die Stichprobe ausschließlich auf deutsche (angehende) Lehrkräfte. Es wäre daher wünschenswert, die Befragung post-pandemisch zu wiederholen bzw. auch in anderen Ländern durchzuführen.

Mit Hinblick auf die übergeordneten Fragestellungen dieser Arbeit zeigen die Ergebnisse der dritten Studie, dass sich die theoretisch angenommene Struktur der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften nach dem DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b) nur teilweise bestätigen lässt. Weiterhin verfügen (angehende) Lehrkräfte über durchschnittliche bis eher hohe berufsbezogene Kompetenzüberzeugungen – mit Ausnahme der Dimensionen *Evaluation* und *Datenschutz und Urheberrecht*, wo sie eher niedrige bis durchschnittliche Kompetenzüberzeugungen berichten. Lehramtsreferendar*innen tendieren zu den höchsten und Lehramtsstudierende zu den niedrigsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen.

6.4 Studie IV: Competence beliefs using technology in school and teaching - How can we use variance and covariance to identify teachers' profiles?

In der vierten Studie werden Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unter Verwendung zwei verschiedener Spezifikationen der Varianz-Kovarianz-Matrix untersucht. Zudem wurde untersucht, inwiefern Geschlecht, Alter, Interesse am Einsatz digitaler Medien im Unterricht, Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht, Schulart und Vielfalt der technischen Schulausstattung die Profiltugehörigkeit von Lehrkräften vorhersagen können und inwiefern sich die gefundenen Profile zwei verschiedener Spezifikationen der Varianz-Kovarianz-Matrix in ihren Prädiktoren unterscheiden. Zur besseren Verständlichkeit bezieht sich die Beschreibung der Ergebnisse auf die Befunde der Spezifikation der Varianz-Kovarianz-Matrix, die theoretisch und empirisch am besten auf die Daten passt.

6.4.1 Theoretischer Hintergrund und Fragestellungen

Die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften können, wie in Studie III gezeigt wurde, in verschiedene Dimensionen unterteilt werden, die sich im Laufe der beruflichen Karriere entwickeln (Brandhofer & Miglbauer, 2020). Weiterhin hat die Forschung gezeigt, dass Lehrkräfte hinsichtlich ihrer berufsbezogenen digitalen Kompetenzen und ihres Nutzungsverhaltens digitaler Technologien eine heterogene Gruppe darstellen (I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; Hatos et al., 2022). Daher ist anzunehmen, dass auch die Entwicklung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen weder linear noch ähnlich verläuft. Um die Weiterbildung von Lehrkräften an deren Bedarfe anpassen zu können, erfordert es Informationen über die Heterogenität in ihren berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen. Personenzentrierte Ansätze, wie latente Profilanalysen, helfen, diese Heterogenität zu erfassen. So konnte J. Lee (2023) zeigen, dass sich Lehrkräfte in unterschiedliche Profile der Nutzung digitaler Technologien im Unterricht einteilen lassen. Bisherige Studien nutzen jedoch insbesondere globale berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften als einen Indikator, um beispielsweise Profile zur

Bereitschaft der Nutzung digitaler Technologien zu untersuchen (Wu et al., 2021). Demnach existiert bislang keine Studie, die die Profile der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften unter Berücksichtigung ihrer Dimensionalität untersucht. Daher liegt ein Ziel dieser Studie in der Untersuchung der Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Da es nicht möglich ist, a priori die am besten auf die Daten passendste Varianz-Kovarianz-Matrix für latente Profilanalysen zu bestimmen, werden verschiedene Spezifikationen getestet.

Weiterhin hat sich die Bildungsforschung bereits vielfach mit den Zusammenhängen zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und verschiedenen individuellen sowie Kontextfaktoren beschäftigt und kam dabei zu teilweise konträren Ergebnissen (S.-L. Cheng & Xie, 2018; Tzafilkou et al., 2023). Daher besteht ein weiteres Ziel dieser Studie darin zu untersuchen, wie individuelle Faktoren und Kontextfaktoren die Profiltugehörigkeit von Lehrkräften zu Profilen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen beeinflussen.

In der vierten Studie werden folgende Fragestellungen untersucht:

- (1) Inwiefern lassen sich Lehrkräfte in Bezug auf ihre berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in verschiedene Profile unterscheiden?
- (2) Inwiefern sagen individuelle Faktoren (Geschlecht, Alter, Interesse und Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht) und Kontextfaktoren (Schulart und Vielfalt der technischen Schulausstattung) von Lehrkräften die Zugehörigkeit zu Profilen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen vorher?
- (3) Inwiefern verändern sich die Ergebnisse, wenn die Standard-Spezifikation der Varianz-Kovarianz-Matrix (invariante Varianzen, diagonal) angewandt wird im Vergleich zu den Ergebnissen der empirisch und theoretisch am besten passenden Spezifikation der Varianz-Kovarianz-Matrix?

Die Darstellung der Ergebnisse soll sich im Kontext der übergeordneten Forschungsfragen dieser Arbeit jedoch auf die Forschungsfragen 1 und 2 beschränken.

6.4.2 Methode

Für die Untersuchung wurden Daten von $n = 698$ Lehrkräften aus Deutschland (72,0 % weiblich) genutzt.¹⁷

Zur Erfassung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen wurde das in Studie III von Quast et al. (2023) entwickelte und validierte Instrument genutzt. Das Instrument umfasst 29 Items in sieben Subskalen: *Administration und Weiterbildung*, *Unterrichtsplanung*, *Lehren und Unterstützung von Schüler*innen*, *Evaluation*, *Schüler*innenorientierung*, *Förderung der digitalen Kompetenz von Schüler*innen* und *Datenschutz und Urheberrecht*.

¹⁷ Eine detaillierte Beschreibung der Stichproben findet sich in Kapitel 5.

Weiterhin wurden die Teilnehmenden nach Alter, Geschlecht und der Schulform, an der sie arbeiten, gefragt. Die vorliegende Studie unterscheidet lediglich zwischen Primar- und Sekundarstufe.

Die Wertüberzeugungen (Interesse am Einsatz digitaler Medien im Unterricht, Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht) wurden mit einer adaptierten Version des Instruments von Rubach und Lazarides (2019, 2021a) erfasst. Beide Skalen setzen sich aus jeweils drei Items zusammen.

Die Vielfalt der technischen Ausstattung der Schule wurde – wie in Studie II – mit einer adaptierten Version der Skala von Breiter et al. (2010) erhoben. Es wurde der Zugang zu sieben digitalen Endgeräten für den eigenen Unterricht erfragt: Rechner im Unterrichtsraum, Computerraum, Laptop-Klassensätze, Tablet-Klassensätze, mobile Präsentationseinheiten, Smartboards sowie digitale Kameras, Fotokameras, Aufnahmegeräte. Die Originalkodierung wurde in der vorliegenden Untersuchung binär rekodiert, um einen Summenscore zu bilden, der die Vielfalt der an der Schule vorhandenen Endgeräte wiedergibt. Detaillierte Angaben zu den genutzten Instrumenten befinden sich in Anhang B.5.

Die statistischen Analysen wurden in *Mplus* 8.8 (Muthén & Muthén, 2017) durchgeführt. Zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 bis 4 wurden latente Profilanalysen für $k = 2$ bis $k = 6$ Klassen mit jeweils sechs verschiedenen Spezifikationen der Varianz-Kovarianz-Matrix durchgeführt. Zur Beantwortung der Forschungsfragen 5 und 6 wurden anschließend multinomiale logistische Regressionsmodelle nach dem R3STEP-Verfahren und Wald-Tests nach der BCH-Methode berechnet.

6.4.3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der latenten Profilanalysen unter Berücksichtigung verschiedener Spezifikationen der Varianz-Kovarianz-Matrix (Forschungsfrage 1) deuten darauf hin, dass sich Lehrkräfte in drei Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen unterscheiden lassen¹⁸: eher niedrige (26,8 %), durchschnittliche (46,6 %) und eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (26,6 %). Lehrkräfte im eher niedrigen Profil berichten in allen Kompetenzdimensionen eher niedrige bis durchschnittliche berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen. Ihre höchsten Kompetenzüberzeugungen zeigen sie in der Dimension *Förderung der Digitalen Kompetenz der Schüler*innen* und ihre niedrigsten Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Evaluation*. Lehrkräfte im durchschnittlichen Profil berichten durchschnittliche bis eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen – mit Ausnahme der Kompetenzdimension *Evaluation*, in der sie sich eher niedrig einschätzen. Ihre höchsten Kompetenzüberzeugungen zeigen sie in der Dimension *Administration und Weiterbildung* und ihre niedrigsten Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Evaluation*. Lehrkräfte im eher hohen Profil berichten durchschnittliche bis eher hohe berufsbezogene

¹⁸ Die empirisch am besten passende Profillösung findet sich bei der Spezifikation der Varianz-Kovarianz-Matrix mit profil-invarianten Varianzen und profil-invarianten Kovarianzen (Ansatz C). Theoretische Annahmen von Brandhofer und Miglbauer (2020) und empirische Ergebnisse von Quast et al. (2023) zu den Kovarianzen der Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen unterstützen diese empirischen Befunde. Die Ergebnisse zum Vergleich mit der Standard-Spezifikation der Varianz-Kovarianz-Matrix (Forschungsfragen 2 und 4) sind ausführlich in Studie IV in Anhang F dargestellt.

digitale Kompetenzüberzeugungen. Ihre höchsten Kompetenzüberzeugungen zeigen sie in der Dimension *Administration und Weiterbildung* und ihre niedrigsten Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Datenschutz und Urheberrecht*. Diese Ergebnisse verweisen darauf, dass sich ein Großteil der Lehrkräfte kompetent im Umgang mit digitalen Medien zu administrativen Zwecken und zur Weiterbildung einschätzt. Demgegenüber schätzt sich jedoch ebenfalls ein großer Teil der Lehrkräfte als wenig kompetent in der digital gestützten Leistungskontrolle und -bewertung ein. Diese Fähigkeiten sollten daher gezielt in Weiterbildungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse zur Forschungsfrage 2 zeigen, dass weibliche Lehrkräfte eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, dem eher niedrigen Profil anzugehören. Die Wahrscheinlichkeit, ob eine Lehrkraft dem durchschnittlichen oder dem eher hohen Profil wird jedoch nicht durch das Geschlecht beeinflusst. Auch mit steigendem Alter erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Lehrkräfte, dem eher niedrigen Profil anzugehören. Beim Vergleich des durchschnittlichen Profils mit dem eher hohen Profil zeigt sich jedoch, dass mit steigendem Alter die Wahrscheinlichkeit, dem durchschnittlichen Profil anzugehören, sinkt. Dies bestätigt auch ein Vergleich der mittleren Alter zwischen den Profilen: Das eher niedrige Profil zeigt den höchsten Altersdurchschnitt und das durchschnittliche Profil den niedrigsten Altersdurchschnitt. Es scheint daher möglich, dass Lehrkräfte im eher hohen Profil über eine passende Kombination aus Erfahrungen im Lehrberuf allgemein und mit der Nutzung digitaler Technologien verfügen. Weiterhin erhöht ein niedriges Interesse am Einsatz digitaler Technologien die Wahrscheinlichkeit, dem eher niedrigen Profil anzugehören. Auch der Vergleich des mittleren Interesses zwischen den Profilen zeigt, dass Lehrkräfte aus dem durchschnittlichen sowie dem eher hohen Profil auch ein eher hohes Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht haben. Die Lehrkräfte aus dem niedrigen Profil zeigen hingegen ein durchschnittliches Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Hinsichtlich der Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht zeigt sich, dass lediglich im Vergleich des eher niedrigen und eher hohen Profils eine niedrigere Nützlichkeit die Wahrscheinlichkeit erhöht, dem eher niedrigen Profil anzugehören. Der Vergleich der mittleren Nützlichkeit zwischen den Profilen offenbart, dass Lehrkräfte aus dem durchschnittlichen sowie dem eher hohen Profil auch eine eher hohe Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht berichten. Die Lehrkräfte aus dem niedrigen Profil berichten hingegen eine durchschnittliche Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Technologien im Unterricht. Dementsprechend sollten in Weiterbildungsveranstaltungen bei Lehrkräften aus dem eher niedrigen Profil insbesondere das Interesse an digitalen Technologien gefördert und deren Nützlichkeit im beruflichen Kontext vermittelt werden. Hinsichtlich der Kontextfaktoren Schulart und Vielfalt der technischen Schulausstattung konnten jedoch keine Unterschiede zwischen den drei Profilen festgestellt werden. Daraus könnte geschlossen werden, dass Kontextfaktoren im Vergleich zu individuellen Faktoren eine geringere Rolle für die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen spielen. Auch bei dieser Studie muss jedoch beachtet werden, dass sie zu Beginn der COVID-19-Pandemie durchgeführt wurde und bei einer erneuten, post-pandemischen Untersuchung andere Ergebnisse möglich wären.

Mit Hinblick auf die übergeordneten Forschungsfragen dieser Arbeit zeigen die Ergebnisse der vierten Studie, dass sich Lehrkräfte in drei Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (eher niedrig, durchschnittlich, eher hoch) unterteilen lassen. Hinsichtlich der Zusammenhänge mit individuellen Faktoren zeigen sich Zusammenhänge zwischen der Profiltugehörigkeit und dem Geschlecht, dem Alter, dem Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und der Nützlichkeit digitaler Technologien im Unterricht. Kontextfaktoren, wie die Schulart und die Vielfalt der technischen Schulausstattung, können die Profiltugehörigkeit jedoch nicht vorhersagen bzw. unterscheiden sich nicht zwischen den Profilen.

7 Zusammenfassende Diskussion

7.1 Zusammenfassung und Diskussion zentraler empirischer Befunde

Hinsichtlich der Frage nach den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften (**Forschungsfrage i**) können Ergebnisse bisheriger Untersuchungen (z. B. Aslan & Zhu, 2016; Choi et al., 2018; Johnson et al., 2023) bestätigt werden: Lehramtsstudierende und Lehrkräfte berichten eher hohe globale grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (Studie I). Bei der Betrachtung der einzelnen Kompetenzdimensionen ist zu beachten, dass sich Studie I die Stichproben mit den Untersuchungen von Rubach und Lazarides (2019) sowie von Rubach und Lazarides (2021a) teilt. Daher werden die Ergebnisse dieser beiden Studien hier nicht mitdiskutiert. Jedoch bestätigen die Ergebnisse von Studie I die Befunde von Sergeeva et al. (2024) und Pozas und Letzel (2023), die in den einzelnen Kompetenzdimension ebenfalls durchgehend eher hohe grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehramtsstudierenden feststellten. Ergebnisse der Studie von Jiménez-Hernández et al. (2020), die Lehramtsstudierenden in den einzelnen Kompetenzdimensionen eher niedrige bis durchschnittliche Kompetenzüberzeugungen attestierten, konnten hingegen nicht bestätigt werden. Abgesehen von Rubach und Lazarides (2021a) konnte keine Studie gefunden werden, die die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften in Anlehnung an die KMK (2017) untersucht.

Mit Hinblick auf Unterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften zeigen die Ergebnisse von Studie I, dass Lehrkräfte global sowie in den meisten Kompetenzdimensionen über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Lehramtsstudierende. Dieser Befund widerspricht den Ergebnissen anderer Studien, die entweder keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen feststellen konnten (z. B. Aygün & İlhan, 2020; Yang et al., 2022) oder in denen Lehramtsstudierende ihre grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen höher einschätzen als Lehrkräfte (z. B. Aslan & Zhu, 2016; Nieto-Isidro et al., 2022; Saltan & Arslan, 2017). Lediglich in einer Untersuchung von Dong et al. (2015) berichteten Lehrkräfte ebenfalls höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen als Lehramtsstudierende. Dies könnte unter anderem mit dem Alter der für die in Studie I genutzten Daten zusammenhängen, die

aus den Jahren 2017 bis 2019 stammen. Da insbesondere jüngere Studien keine Unterschiede oder Unterschiede zugunsten der Lehramtsstudierenden zeigen, kann auch ein Einfluss der COVID-19-Pandemie nicht ausgeschlossen werden. Nicht nur die Schulen waren vor die Herausforderung gestellt, möglichst schnell auf (digital gestützten) Distanzunterricht umzustellen, auch Universitäten waren hiervon betroffen. Insgesamt waren Studierende sogar länger von Universitätsschließungen und Distanzunterricht betroffen als Schüler*innen. Allgemeinbildende Schulen öffneten bereits ab Mitte April 2020 wieder schrittweise, während Universitäten fast drei Semester lang auf Distanzlehre umstellten (Himmelrath et al., 2021). Vor diesem Hintergrund könnte angenommen werden, dass Lehramtsstudierende im Zuge der COVID-19-Pandemie mehr und längere Lerngelegenheiten zum Erwerb grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen hatten als Lehrkräfte. Es wäre daher wünschenswert, Studie I post-pandemisch erneut durchzuführen, um zu überprüfen, ob Lehrkräfte auch nach der COVID-19-Pandemie noch über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Lehramtsstudierende. Andererseits ist jedoch auch denkbar, dass die strukturierte, flächendeckende Implementation von Bildungsinhalten zu Themen der Digitalisierung in der Lehrkräftebildung noch immer nicht erreicht wurde. So haben laut Monitor Lehrerbildung (2022) zwar 75 Prozent der Hochschulen Bildungsinhalte zur Medienkompetenz in den Bildungswissenschaften verankert, jedoch sind diese Bildungsinhalte nur in jeder zweiten Hochschule mit Gymnasiallehramtsstudiengang verpflichtend für Lehramtsstudierende. Es scheint demnach auch möglich, dass Lehrkräfte über mehr Angebote zur Fort- und Weiterbildung zur Nutzung digitaler Technologien verfügen als Lehramtsstudierende, was die Unterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften erklären könnte. Eine Analyse der Ausbildungsangebote im Studium und der Fort- und Weiterbildungsangebote im Lehrberuf, die sich mit der Nutzung digitaler Technologien befassen, sowie eine Untersuchung der Wirksamkeit dieser Angebote könnte Aufschluss über die Implementation von entsprechenden Bildungsinhalten in der Lehrkräftebildung bringen.

Weiterhin untersucht die vorliegende Arbeit die Zusammenhänge von grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden sowie Lehrkräften und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren (**Forschungsfrage ii**). Hinsichtlich des Geschlechts konnte in Studie II gezeigt werden, dass männliche Lehrkräfte über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als weibliche Lehrkräfte. Damit können die Befunde anderer Studien (z. B. Nieto-Isidro et al., 2022; Sasota et al., 2021; Suárez-Rodríguez et al., 2018) bestätigt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in der Stichprobe von Studie II männliche sowie Informatik-Lehrkräfte überrepräsentiert sind, was sich auf die Ergebnisse auswirken könnte.

Entgegen der Ergebnisse anderer Studien (S.-L. Cheng & Xie, 2018; Inan & Lowther, 2010; Vitanova et al., 2015) konnten zwischen der Berufserfahrung und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften keine Zusammenhänge gefunden werden (Studie II). Damit können jedoch Befunde von Yang et al. (2022) bestätigt werden. Übertragen auf das Alter von

Lehrkräften, welches in der Regel mit deren Berufserfahrung korreliert, könnte dies ebenfalls bedeuten, dass es keinen Zusammenhang zwischen dem Alter und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen gibt. Dieser Annahme sollte in zukünftigen Studien nachgegangen werden.

Mit Blick auf die Wertüberzeugungen von Lehrkräften verweisen die Ergebnisse von Studie II auf einen positiven Zusammenhang der positiven Wertüberzeugungen (Interesse, Nützlichkeit und Wichtigkeit) mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und bestätigen damit Befunde von S.-L. Cheng und Xie (2018). Da die Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien jedoch nicht einzeln untersucht wurden, ist weiterhin unklar, inwiefern Wichtigkeit oder Interesse allein mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängen. Hinsichtlich der Nützlichkeit deutet die bisherige Studienlage auf einen positiven Zusammenhang mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen hin (z. B. Backfisch, Scherer et al., 2021; Schmitz et al., 2023; Sundqvist et al., 2021). Mit Blick auf die Kosten können die vorliegenden Ergebnisse die Befunde von Scherer et al. (2015) bestätigen, die ebenfalls einen negativen Zusammenhang zwischen den Kosten des Einsatzes digitaler Technologien und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften fanden. Demnach kann davon ausgegangen werden, dass positive Wertüberzeugungen positiv mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen, während bei den Kosten ein negativer Zusammenhang besteht. Damit können auch die Annahmen des Erwartungs-Wert-Modells (Eccles, 2005) und des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) zum Zusammenhang zwischen Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften bestätigt werden.

Der Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und der außerschulischen Nutzung digitaler Technologien wurde in Studie I untersucht. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass es sich weiterhin um die Nutzung digitaler Technologien im Studium, also im Bildungskontext, handelt. Da hierzu keine Studien mit Lehramtsstudierenden gefunden werden konnten, die nicht auf derselben Stichprobe beruhen wie Studie I, werden die Ergebnisse einer Studie mit Lehrkräften herangezogen: So zeigen sich bei Saikkonen und Kaarakainen (2021) dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im außerschulischen Alltag zusammenhängen. Jedoch gehen die Ergebnisse von Studie I über diese Befunde hinaus, da sie zeigen, wie verschiedene Dimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen mit der Nutzung verschiedener digitaler Technologien zusammenhängen. So zeigen sich vielfältige Zusammenhänge zwischen der Nutzung aller untersuchter digitaler Technologien im Studium und den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen in den Dimensionen *Produzieren und Präsentieren*, *Schützen und sicher Agieren*, *Problemlösen und Handeln* sowie *Analysieren und Reflektieren*. Lediglich die Kompetenzdimensionen *Suchen und Verarbeiten* sowie *Kommunizieren und Kollaborieren* hängen nicht mit der Nutzung digitaler Technologien im Studium zusammen. Da jedoch bspw. Wikis kollaborative Online-Lexika darstellen, hätte hier ein

Zusammenhang zu den beiden Kompetenzdimensionen vermutet werden können. Es muss jedoch angemerkt werden, dass hier lediglich in Nutzung oder Nicht-Nutzung unterschieden wurde. Interessant wären daher auch Informationen über die Nutzungshäufigkeiten oder die Nutzungszwecke der digitalen Technologien, um Zusammenhänge mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen besser erklären zu können. Insgesamt bestätigen diese Ergebnisse jedoch weitgehend den Zusammenhang von grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und der außerschulischen Nutzung digitaler Medien, der sich aus dem Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al., 1983) ableiten lässt.

Ebenfalls in Studie I sowie in Studie II wird der Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren Nutzung digitaler Technologien im Unterricht betrachtet. Die vielfältigen Zusammenhänge, die im Kontext dieser beiden Studien gefunden wurden, bestätigen die Befunde anderer Studien zum Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren Nutzung digitaler Technologien im Unterricht (z. B. I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018; Sasota et al., 2021; Vejvoda et al., 2023). Auch hier gehen die Ergebnisse von Studie I jedoch über die bisherige Forschung hinaus: So zeigen sich bei Lehrkräften Zusammenhänge zwischen der Nutzung aller digitaler Technologien im Unterricht und den globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen sowie in fünf von sechs Kompetenzdimensionen. Lediglich die Dimension *Suchen und Verarbeiten* steht in keinerlei Zusammenhang mit der Nutzung der untersuchten digitalen Technologien im Unterricht. Denkbar wäre, dass diese Kompetenzdimension mit der Nutzung anderer digitaler Geräte (z. B. Computer und Laptops) oder Tools (z. B. Office-Programme oder Cloud-Management-Systeme) zusammenhängt, die hier jedoch nicht erfasst wurden. Darüber hinaus lassen sich mithilfe von Studie II Aussagen zu den Nutzungszwecken digitaler Technologien machen: Die Ergebnisse zeigen, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen Individualisierung, Strukturierung, kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung zusammenhängen. Damit können Befunde von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018) widerlegt werden, die gezeigt haben, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften nicht mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien im Unterricht, sondern lediglich mit der beruflichen Nutzung außerhalb des Klassenzimmers zusammenhängen. Vielmehr scheinen die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften eine wichtige Rolle für den Einsatz digitaler Medien zu verschiedenen unterrichtlichen Zwecken zu spielen. Damit stehen die Ergebnisse in Einklang mit der Erwartungs-Wert-Theorie (Eccles et al., 1983) und dem Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016), die den Zusammenhang zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren Nutzung digitaler Technologien im Unterricht beschreiben.

Neben der Nutzung digitaler Technologien wurden in der vorliegenden Arbeit auch die Zusammenhänge grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften mit der technischen

Schulsausstattung untersucht (Studie II). Hierbei zeigten sich keine Zusammenhänge mit der Vielfalt der technischen Schulausstattung und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Betrachtet man jedoch die allgemeine Zugänglichkeit zu digitalen Technologien an der Schule, deuten Befunde anderer Studien auf einen Zusammenhang mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften hin (Almerich et al., 2016; Suárez-Rodríguez et al., 2018; Sundqvist et al., 2021). Daher könnte angenommen werden, dass es weniger eine Rolle spielt, wie viele unterschiedliche digitale Technologien zur Verfügung gestellt werden, sondern dass es überhaupt zugängliche Technologien an der Schule gibt, wie es auch im Will, Skill, Tool-Modell (Knezek & Christensen, 2016) beschrieben wird. Befunde zu berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen deuten zudem darauf hin, dass diese mit der Qualität der technischen Schulausstattung zusammenhängen. Da zum Zusammenhang zwischen der Qualität der technischen Schulausstattung und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften jedoch keine Ergebnisse gefunden werden konnten, wären Untersuchungen dazu wünschenswert.

In Studie II wurde auch der Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Unterstützung seitens der Schule untersucht. Hier konnte ein Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und der Zufriedenheit mit der Unterstützung durch die Schule festgestellt werden. Zwar wurde in anderen Studien nicht die Zufriedenheit mit der Unterstützung seitens der Schule untersucht, jedoch zeigt sich bspw. bei Sundqvist et al. (2021) ein Zusammenhang zwischen den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und der Unterstützung bei der Integration digitaler Technologien in den Unterricht. Möglicherweise ist es nicht nur wichtig, dass Lehrkräfte seitens der Schule bei der Nutzung digitaler Technologien unterstützt werden, sondern dass sie diese Unterstützung auch positiv bewerten. Vor diesem Hintergrund scheint es aber auch möglich, dass insbesondere digital kompetente Lehrkräfte mehr Unterstützungsangebote durch die Schule wahrnehmen, einfordern und annehmen. Dieser Aspekt sollte in zukünftigen Studien daher ebenfalls betrachtet werden. So könnte z. B. untersucht werden, ob sich Lehrkräfte, die sich unterschiedlichen Profilen digitaler Kompetenzüberzeugungen zuordnen lassen, auch darin unterscheiden, wie zufrieden sie mit der Unterstützung seitens der Schule in Bezug auf die Nutzung digitaler Technologien sind und inwiefern sie Unterstützungsangebote annehmen.

Einen weiteren wichtigen Kontextfaktor bei der Betrachtung grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften stellt die Schulart dar. Hier zeigte sich in Studie II, dass Lehrkräfte an Gymnasien über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als Lehrkräfte anderer Schulformen der Sekundarstufe. Ähnliches zeigt sich auch in Befunden von Almerich et al. (2016) bzw. Suárez-Rodríguez et al. (2018), die mit steigendem Grad der Schulart auch höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften festgestellt haben. Eine Studie von Dreer und Kracke (2021) fand hingegen keine Unterschiede in den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen Gymnasiallehrkräften und Lehrkräften anderer Schulformen der

Sekundarstufe (Regelschule und Gemeinschaftsschule). Diese Ergebnisse können daher nicht bestätigt werden. Interessant ist jedoch, dass Gymnasiallehrkräfte zwar über höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen, jedoch seltener digitale Technologien zur Strukturierung, kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung einsetzen. Dennoch hängen die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften positiv mit der Nutzung digitaler Technologien zu diesen unterrichtlichen Zwecken zusammen. Es scheint daher möglich, dass digital kompetente Lehrkräfte an Gymnasien weniger Notwendigkeit haben, digitale Technologien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen einzusetzen als Lehrkräfte anderer Schulformen der Sekundarstufe.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Arbeit ist die empirische Überprüfung der theoretisch angenommenen sechs-faktoriellen Struktur berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften (**Forschungsfrage iii**). Die Ergebnisse aus Studie III deuten jedoch auf eine sieben-faktorielle Struktur berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei (angehenden) Lehrkräften hin. Durch die Passung des Instruments auf jede der verschiedenen Phasen der Lehrkräftebildung hat es sich zudem als valide erwiesen. Lediglich die Kompetenzdimension *Schüler*innenorientierung* sowie in Teilen die Kompetenzdimension *Evaluation* konnten, wie im DigCompEdu-Rahmenmodell von Redecker und Punie (2017b) beschrieben, bestätigt werden. Zwei Komponenten der Dimension *Evaluation*, das gezielte und zeitnahe Geben von Feedback sowie die Anpassung der Unterrichtsstrategien auf Basis digitaler Informationen, konnten aufgrund von Kreuzladungen mit anderen Dimensionen empirisch nicht bestätigt werden. Zukünftige Untersuchungen könnten daher Analysemethoden anwenden, die Kreuzladungen zulassen, wie bspw. explorative Strukturgleichungsmodelle, um die Kompetenzdimension *Evaluation* vollständig zu erfassen. Weiterhin haben sich aus den Kompetenzdimensionen *Berufliches Engagement*, *Digitale Ressourcen* und *Lehren und Lernen* zwei neukombinierte Kompetenzdimensionen ergeben. Die umbenannte Kompetenzdimension *Administration und Weiterbildung* erfasst Überzeugungen zu den nicht-unterrichtlichen, eher administrativen Aufgaben von Lehrkräften, wie z. B. die Organisation von Lehr- und Lernressourcen. Die umbenannte Kompetenzdimension *Unterrichtsplanung* bezieht sich hingegen verstärkt auf Überzeugungen zu direkt unterrichtsvorbereitenden Aufgaben von Lehrkräften, wie z. B. die didaktische Planung des Einsatzes digitaler Technologien. Währenddessen bilden die unterrichtsbezogenen Komponenten der ursprünglichen Kompetenzdimension *Lehren und Lernen* die umbenannte Kompetenzdimension *Lehren und Unterstützung von Schüler*innen*. Dementsprechend verweisen die Ergebnisse darauf, dass sich hier Überzeugungen zu drei wichtigen digital gestützten Aufgabenbereichen von Lehrkräften unterscheiden lassen: administrative, nicht-unterrichtliche Aufgaben, unterrichtsvorbereitende Aufgaben und unterrichtliche, lernbezogene Aufgaben. Weiterhin kann die ursprüngliche Kompetenzdimension *Förderung der digitalen Kompetenz von Schüler*innen* nur zum Teil bestätigt werden. Aufgrund zu geringer Ladungen und Kreuzladungen konnten zwei Komponenten, das Ergreifen von Maßnahmen zum Schutz des Wohlergehens von Schüler*innen und die Integration von Aktivitäten zur technischen Problemlösung in den Unterricht, nicht empirisch

bestätigt werden. Eine weitere Komponente dieser Kompetenzdimension bildet gemeinsam mit einer anderen Komponente der ursprünglichen Dimension *Digitale Ressourcen* die neue, zusätzliche Kompetenzdimension *Datenschutz und Urheberrecht*. Demnach besteht ein enger Zusammenhang zwischen den Überzeugungen zur Anwendung von Datenschutz- und Urheberrechtsbestimmungen im beruflichen Kontext sowie zur Vermittlung von Lizenz- und Urheberrechtsbestimmungen an Schüler*innen. Zudem grenzen sich diese beiden Aufgaben so weit von anderen Überzeugungen ab, dass sie eine eigene Kompetenzdimension bilden. Dies stellt ein besonders bemerkenswertes Ergebnis der Untersuchung dar, welches in den Studien zur Nutzung digitaler Technologien in Anlehnung an DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) so bisher nicht nachgewiesen wurde (z. B. Benali et al., 2018; Ghomi & Redecker, 2019; Lucas et al., 2021). Eine mögliche Erklärung ist, dass es Unterschiede zwischen den Kompetenzüberzeugungen und der Nutzung digitaler Technologien geben könnte. Nur weil eine Lehrkraft sich bspw. kompetent in der Vermittlung von Lizenz- und Urheberrechtsbestimmungen fühlt, bedeutet dies nicht, dass sie diese auch im Unterricht an Schüler*innen vermittelt. Daher besteht ein Forschungsdesiderat in der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und der entsprechenden Nutzung digitaler Technologien im schulischen Kontext.

Mit Hinblick auf die Frage nach den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften (**Forschungsfrage iv**) zeigt sich, dass (angehende) Lehrkräfte über weitgehend durchschnittliche bis hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen (Studie III). Lediglich in den Kompetenzdimensionen *Evaluation* und *Datenschutz und Urheberrecht* berichten sie eher niedrige bis durchschnittliche Kompetenzüberzeugungen. Da die Komponente zu Feedback und Planung aus der Kompetenzdimension *Evaluation* empirisch nicht bestätigt werden konnte, lassen sich auch die Ergebnisse von Tzafilkou et al. (2023) zu eher niedrigen berufsbezogenen digitalen Kompetenzen in diesen Aufgaben nicht eindeutig bestätigen. Andere Studien verweisen hingegen auf durchschnittliche bis eher hohe berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in der Kompetenzdimension *Evaluation* (z. B. Doll et al., 2022; Gao et al., 2023; I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018). Zur Kompetenzdimension *Datenschutz und Urheberrecht* liegen bislang keine weiteren Befunde vor. Eine mögliche Erklärung bietet der Durchführungszeitpunkt der Studie zu Beginn der COVID-19-Pandemie, die auch von Unsicherheiten in Bezug auf die Leistungsmessung und den Datenschutz im Distanzunterricht geprägt war. Möglicherweise führte dies dazu, dass sich (angehende) Lehrkräfte in diesen Kompetenzdimensionen weniger kompetent einschätzen als in anderen Kompetenzdimensionen. Daher sollten diese Ergebnisse in einer erneuten Untersuchung überprüft werden.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse von Studie III, dass in der Tendenz Lehramtsreferendar*innen die höchsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen berichten und Lehramtsstudierende die geringsten Kompetenzüberzeugungen. Setzt man die unterschiedlichen Phasen der Lehrkräftebildung mit der Berufserfahrung der drei Gruppen gleich, so zeigt sich damit ein ähnliches Bild wie in der Studie

von Paidican Soto et al. (2024). Hier zeigten Lehrkräfte mit geringer Berufserfahrung die niedrigsten digitalen Kompetenzüberzeugungen und Lehrkräfte mit mittlerer Berufserfahrung die höchsten Kompetenzüberzeugungen. Bei Krumsvik et al. (2016) zeigten sich ebenfalls non-lineare Zusammenhänge, jedoch berichteten hier Lehrkräfte mit der höchsten Berufserfahrung die niedrigsten digitalen Kompetenzüberzeugungen und Lehrkräfte mit mittlerer Berufserfahrung die höchsten Kompetenzüberzeugungen. Auch wenn wir die Ergebnisse aus Studie IV zum Alter von Lehrkräften betrachten, zeigt sich, dass das Profil mit eher niedrigen Kompetenzüberzeugungen den höchsten Altersdurchschnitt hat. Das Profil mit eher hohen Kompetenzüberzeugungen weist hingegen den mittleren Altersdurchschnitt der drei Profile auf. Übertragen auf die drei Phasen der Lehrkräftebildung könnte dies darauf hindeuten, dass Lehramtsreferendar*innen ausreichend Lerngelegenheiten sowohl im Umgang mit digitalen Technologien als auch in den Aufgaben einer Lehrkraft aufweisen, um entsprechende berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen zu entwickeln. Lehramtsstudierenden fehlt es möglicherweise an schulpraktischen Lerngelegenheiten, während es Lehrkräften eventuell an medienbezogenen Lerngelegenheiten fehlen könnte. Interessant ist hierbei auch der Vergleich mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen aus Studie I, die noch vor der COVID-19-Pandemie stattgefunden hat und deren Ergebnisse konträr zu denen aus post-pandemischen Studien liegen. Denn auch bei den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zeigen Lehrkräfte in der Tendenz höhere Kompetenzüberzeugungen als Lehramtsstudierende. Studie III wurde zu Beginn der COVID-19-Pandemie durchgeführt, sodass Lehramtsstudierende, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte zu diesem Zeitpunkt noch über wenig Erfahrungen mit (digital gestütztem) Distanzunterricht verfügten. Daher ist auch in Bezug auf Unterschiede in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen (angehenden) Lehrkräften denkbar, dass eine erneute, post-pandemische Untersuchung andere Ergebnisse liefern könnte.

Zudem untersucht die vorliegende Arbeit, inwiefern sich bei Lehrkräften unterschiedliche Profile digitaler Kompetenzüberzeugungen zeigen (**Forschungsfrage v**). Die Ergebnisse von Studie IV verweisen auf drei Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen bei Lehrkräften: eher niedrige, durchschnittliche und eher hohe berufsbezogene Kompetenzüberzeugungen. Während das durchschnittliche Profil ca. die Hälfte der Stichprobe umfasst, gehören den anderen beiden Profilen jeweils knapp ein Viertel der Stichprobe an. Da bisher noch keine andere Studie existiert, die Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften in verschiedenen Kompetenzdimensionen untersucht, werden zur Diskussion Ergebnisse aus einer Studie zu Klassen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften herangezogen. In der entsprechenden Studie von Gao et al. (2023) zeigen sich ebenfalls 3 Klassen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Zwar umfasst auch hier die durchschnittlich-kompetente Klasse mit 45,3 Prozent die meisten Lehrkräfte, jedoch ist die hoch-kompetente Klasse mit 43,0 Prozent deutlich größer als die niedrig-kompetente Klasse mit 11,7 Prozent. Es ist hierbei jedoch zu beachten, dass es sich um eine Stichprobe chinesischer Grund- und Sekundarschullehrkräfte handelt. Daher ist

nicht auszuschließen, dass die unterschiedlichen Verteilungen in den Profilen bzw. Klassen durch die Herkunft der Lehrkräfte bzw. durch kulturelle Unterschiede bedingt ist. Denn auch beim direkten Vergleich der drei Profile mit den entsprechenden drei Klassen von Gao et al. (2023) zeigt sich, dass die Lehrkräfte der drei Klassen über höhere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als die Lehrkräfte der drei Profile aus Studie IV. Davon abgesehen zeigen sich jedoch auch Gemeinsamkeiten zwischen den Ergebnissen von Studie IV und der Untersuchung von Gao et al. (2023): In beiden Fällen weisen die Lehrkräfte aus dem niedrigsten Profil bzw. der niedrigsten Klasse im Durchschnitt aller Kompetenzdimensionen unterdurchschnittliche Werte auf. Dies deutet darauf hin, dass Lehrkräfte dieses Profils bzw. dieser Klasse stärker in der Entwicklung ihrer berufsbezogenen digitalen Kompetenzen und Kompetenzüberzeugungen gefördert werden müssen. Dies trifft im Kompetenzbereich *Evaluation* auch auf die Lehrkräfte des durchschnittlichen Profils bzw. der durchschnittlichen Klasse zu, wobei sich eine weitere Gemeinsamkeit der Ergebnisse beider Studien zeigt: Eine Besonderheit des durchschnittlichen Profils stellen die geringen berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Evaluation* dar. Auch in der Studie von Gao et al. (2023) weist die durchschnittliche Klasse die geringsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Evaluation* auf, auch wenn diese noch im durchschnittlichen Bereich liegen. Es zeigt sich also, dass sich ansonsten durchschnittlich kompetente Lehrkräfte in Bezug auf die digital gestützte Leistungsbeurteilung und -kontrolle weniger kompetent fühlen als in anderen Kompetenzdimensionen. Auch in anderen Studien konnte gezeigt werden, dass Lehrkräfte über eher niedrige berufsbezogene digitale Kompetenzen bzw. Kompetenzüberzeugungen in der Kompetenzdimension *Evaluation* verfügen (Chen et al., 2023; I. K. R. Hatlevik & Hatlevik, 2018). So berichten Lehrkräfte, dass sie eher selten Quizze oder andere digitale Leistungsbeurteilungs-Tools einsetzen (Backfisch, Lachner et al., 2021; M.-T. Kaarakainen & Saikkonen, 2021). Daher sollte in der Lehrkräftebildung ein stärkerer Fokus auf die Leistungsbeurteilung und -kontrolle mit digitalen Technologien gelegt werden, um entsprechende Kompetenzüberzeugungen zu fördern. Interessant ist jedoch, dass Lehrkräfte der durchschnittlichen Klasse ihre höchsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen in der Dimension *Verantwortung* berichten, die auch rechtliche Aspekte umfasst (Gao et al., 2023). Lehrkräfte des durchschnittlichen Profils zeigen in der zumindest teilweise vergleichbaren Dimension *Datenschutz und Urheberrecht* jedoch ihre zweitniedrigsten Kompetenzüberzeugungen und zwar im unterdurchschnittlichen Bereich. Auch hier könnte die Herkunft der Lehrkräfte potentiell eine Rolle spielen, sodass chinesische Lehrkräfte möglicherweise in ihrer Ausbildung oder im Beruf besser auf rechtliche Aspekte des Einsatzes digitaler Technologien vorbereitet werden. Es ist jedoch auch denkbar, dass durch die breitere Fassung der Kompetenzdimension *Verantwortung* andere Aspekte eine Rolle spielen, in denen sich Lehrkräfte kompetenter fühlen. Um mögliche Effekte der Herkunft von Lehrkräften angemessen berücksichtigen zu können, wäre es wünschenswert, die Untersuchung in verschiedenen Ländern zu wiederholen.

Abschließend widmet sich die vorliegende Arbeit der Frage nach den Zusammenhängen zwischen der Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzen von Lehrkräften und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren (**Forschungsfrage vi**). Auch hier bezieht sich die Diskussion aufgrund der beschränkten Forschungslage zu Profilen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften auf allgemeine Ergebnisse zu den Zusammenhängen zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren. Die Ergebnisse von Studie IV zeigen, dass weibliche Lehrkräfte eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, dem eher niedrigen Profil anzugehören als dem durchschnittlichen oder dem eher hohen Profil. Dieser Befund deutet darauf hin, dass weibliche Lehrkräfte über geringere berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen verfügen als männliche Lehrkräfte und bestätigt damit Befunde anderer Studien (Guillén-Gámez et al., 2021; Pérez-Calderón et al., 2021; Saikkonen & Kaarakainen, 2021).

Hinsichtlich des Alters zeigt sich, dass Lehrkräfte aus dem eher niedrigen Profil am ältesten sind und Lehrkräfte aus dem durchschnittlichen Profil am jüngsten (Studie IV). Demnach liegt das Alter der Lehrkräfte im durchschnittlichen Profil zwischen dem Alter der anderen beiden Profile. Dies könnte eine Erklärung für die bisher uneinheitliche Befundlage zum Zusammenhang zwischen dem Alter von Lehrkräften und deren berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen sein. So zeigen Studien hier häufig einen negativen Zusammenhang (z. B. Hatos et al., 2022; Jenßen et al., 2023; Li et al., 2022) oder keinen Zusammenhang (z. B. S.-L. Cheng & Xie, 2018; M. N. Omar & Ismail, 2021; Runge et al., 2024). Unterstützend können Ergebnisse zum non-linearen Zusammenhang zwischen der Berufserfahrung von Lehrkräften und ihren digitalen Kompetenzüberzeugungen herangezogen werden: So konnten auch Krumsvik et al. (2016) zeigen, dass Lehrkräfte mit einer mittleren Berufserfahrung die höchsten digitalen Kompetenzüberzeugungen berichten. Lehrkräfte mit wenig Berufserfahrung berichten demgegenüber niedrigere digitale Kompetenzüberzeugungen. Die niedrigsten digitalen Kompetenzüberzeugungen berichten in der Studie von Krumsvik et al. (2016) jedoch Lehrkräfte mit der höchsten Berufserfahrung. Ergebnisse einer Studie von Paidican Soto et al. (2024) zeichnen ein ähnliches Bild, nur dass hier Lehrkräfte mit der geringsten Berufserfahrung geringere digitale Kompetenzüberzeugungen berichten als Lehrkräfte mit der höchsten Berufserfahrung. Die Studien von Krumsvik et al. (2016) und Paidican Soto et al. (2024) sowie Studie IV haben jedoch gemein, dass ein mittleres Alter bzw. eine mittlere Berufserfahrung mit den höchsten digitalen Kompetenzüberzeugungen einhergeht. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, ähnlich wie beim Vergleich der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zwischen den Phasen der Lehrkräftebildung in Studie III, dass Lehrkräfte mittleren Alters ausreichend Lerngelegenheiten zur Nutzung digitaler Technologien und ausreichend Erfahrungen im Lehrberuf besitzen. Diese führen miteinander kombiniert dazu, dass Lehrkräfte mittleren Alters sich in der Lage fühlen, digitale Technologien beruflich kompetent einzusetzen. Es wäre daher aufschlussreich, auch den Zusammenhang zwischen berufsbezogenen nicht-digitalen Kompetenzüberzeugungen, grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und

berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zu untersuchen. So ließe sich möglicherweise mehr darüber erfahren, welche Überzeugungen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zugrunde liegen.

Mit Blick auf die Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht hat sich in Studie IV gezeigt, dass ein niedriges Interesse die Wahrscheinlichkeit erhöht, dem eher niedrigen statt dem durchschnittlichen oder eher hohen Profil zugeordnet zu werden. Eine niedrige Nützlichkeit erhöht hingegen lediglich die Wahrscheinlichkeit dem eher niedrigen als dem eher hohen Profil zugeordnet zu werden. Dies könnte darauf hindeuten, dass der Zusammenhang zwischen den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und ihrem Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht stärker ist als die von ihnen empfundene Nützlichkeit. Diese Annahme sollte in zukünftigen Studien untersucht werden. Dennoch deuten sich damit für das Interesse und für die Nützlichkeit Zusammenhänge mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen an, die auch in anderen Studien gefunden werden konnten (z. B. (Backfisch, Lachner et al., 2021; S.-L. Cheng & Xie, 2018; Runge et al., 2022)). Damit können auch die Annahmen des Erwartungs-Wert-Modells (Eccles, 2005) und des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) zum Zusammenhang zwischen Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften bestätigt werden.

Die Schulart konnte in der vorliegenden Arbeit keine Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften vorhersagen (Studie IV). Ähnliches konnte bereits in früheren Studien festgestellt werden (Almerich et al., 2016; S.-L. Cheng & Xie, 2018; Guillén-Gámez et al., 2021; Suárez-Rodríguez et al., 2018). Dies deutet darauf hin, dass zwischen Grund- und Sekundarschullehrkräften keine Unterschiede in den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen bestehen. Dies ist interessant, da U. Schmid et al. (2017) bspw. gezeigt haben, dass Lehrkräfte an Sekundarschulen digitale Technologien vielfältiger im Unterricht einsetzen als Grundschullehrkräfte. Hierbei ist jedoch im Kontext der fortschreitenden Digitalisierung auch das Alter der Befunde zu beachten, sodass unklar ist, ob auch heute noch Unterschiede hinsichtlich des vielfältigen Einsatzes digitaler Technologien zwischen den Schularten bestehen.

Ebenfalls konnte die Vielfalt der technischen Schulausstattung keine Zugehörigkeit zu einem bestimmten Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften vorhersagen (Studie IV). Ähnlich wie bei den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften (Studie II) deutet dieser Befund darauf hin, dass die Vielfalt der technischen Schulausstattung nicht mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängt. Mithilfe der vorliegenden Daten können die Annahmen des Will, Skill, Tool-Modells (Knezek & Christensen, 2016) zum Zusammenhang zwischen der Schulausstattung und den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen also nicht bestätigt werden. Es ist jedoch weiterhin denkbar, dass andere Aspekte der Schulausstattung, wie z. B. ihre allgemeine Zugänglichkeit oder Qualität, mit den

berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängen, wie andere Studien bereits zeigen konnten (z. B. Almerich et al., 2016; Gerick et al., 2024; Schmitz et al., 2023; Suárez-Rodríguez et al., 2018). So sollten zukünftige Studien die technische Schulausstattung mithilfe verschiedener Operationalisierungen erfassen, um zu überprüfen, welche Aspekte der technischen Schulausstattung mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen zusammenhängen.

7.2 Limitationen und Implikationen für anschließende Forschung

Die vorliegende Forschungsarbeit unterliegt Limitationen, die nachfolgend aufgezeigt werden sollen. Anhand dieser Limitationen sollen zugleich Implikationen für nachfolgende Studien gegeben werden.

Eine wichtige Limitation sind die Erhebungszeitpunkte der Studien: Die Untersuchungen zu Studie I und II haben noch vor der COVID-19-Pandemie stattgefunden. Die Untersuchungen zu Studie III und VI haben zu Beginn der COVID-19-Pandemie stattgefunden. Dies könnte mit jeweils unterschiedlichen Limitationen der Studien verbunden sein. Seit der Durchführung der Studien I und II, zwischen 2017 und 2019, gab es eine fortschreitende Entwicklung im bildungstechnologischen Bereich. Weiterhin gab es zudem Umbrüche, die die COVID-19-Pandemie durch Schulschließungen und Distanz- bzw. Hybridunterricht mit sich gebracht hat. Daher ist denkbar, dass Lehrkräfte und Lehramtsstudierende ihre grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen mittlerweile anders einschätzen. Darüber hinaus ist es möglich, dass diese Entwicklungen auch die Nutzung digitaler Technologien im außerschulischen Bereich sowie im Unterricht beeinflusst haben. Auch in Bezug auf den Erhebungszeitpunkt der Studien III und IV sind Limitationen feststellbar: So fand die Erhebung in einer Zeit statt, die durch große mediale Aufmerksamkeit auf schulische Belange und Unsicherheiten geprägt war. Sowohl Lehrkräfte als auch Lehramtsreferendar*innen und Lehramtsstudierende sahen sich kurzfristig neuen Herausforderungen gegenüber, die ihren beruflichen bzw. studentischen Alltag stark beeinflusst haben. Es ist also denkbar, dass die Erfahrungen im Kontext der COVID-19-Pandemie die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte zum Erhebungszeitpunkt beeinflusst haben. Möglich erscheint jedoch auch, dass dieser „Realitätsschock“ und die verstärkte Auseinandersetzung mit digitalen Technologien dazu geführt haben, dass (angehende) Lehrkräfte ihre berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen realistischer eingeschätzt haben. Zudem ist, bezüglich des Vergleichs von Lehramtsstudierenden mit Lehrkräften und Lehramtsreferendar*innen darauf hinzuweisen, dass Hochschulen über einen längeren Zeitraum geschlossen blieben und länger Distanzunterricht durchführten als allgemeinbildende Schulen (Himmelrath et al., 2021). Demnach könnten mittlerweile, da die pandemiebezogenen Einschränkungen aufgehoben sind, Vergleiche zwischen den Gruppen zu anderen Ergebnissen kommen. Aus diesen verschiedenen Gründen wäre es wünschenswert, die Untersuchungen post-pandemisch zu wiederholen.

Einschränkend zu Studie I muss zudem angemerkt werden, dass Lehramtsstudierende und Lehrkräfte zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit unterschiedlichen Fragebögen und daher auch mit teils unterschiedlichen Skalen erhoben wurden. Dies betrifft jedoch vor allem den Vergleich zwischen den

Zusammenhängen der Nutzung digitaler Technologien im Studium bzw. im Unterricht und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen, der in der vorliegenden Arbeit keine Rolle spielt. Jedoch hat dies zur Folge, dass die Nutzung digitaler Technologien im Studium bzw. im Unterricht in ein binäres Format (Nicht-Nutzung oder Nutzung) rekodiert wurde (zur Diskussion über die Dichotomisierung kontinuierlicher Variablen siehe auch Shentu & Xie, 2010 oder MacCallum et al., 2002). Da somit keine Aussagen über die Nutzungshäufigkeit getroffen werden können, sollten zukünftige Studien untersuchen, inwiefern die Nutzungshäufigkeit digitaler Technologien in verschiedenen Lebensbereichen mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zusammenhängt.

Eine weitere Limitation besteht darin, dass in der Stichprobe der Lehrkräfte aus Studie I und II männliche Lehrkräfte und Informatiklehrkräfte überrepräsentiert sind. Dies könnte mit der Durchführung der Befragung mittels Online-Fragebogen zusammenhängen, die über Twitter (heute: X) und die digitale Weiterbildungsplattform fobizz geteilt wurde. Demnach scheint es möglich, dass insbesondere technik-affine Lehrkräfte an der Untersuchung teilgenommen haben. Daher sollten zukünftige Studien Lehrkräfte aller Fachbereiche gleichermaßen miteinbeziehen, um die Ergebnisse anhand weiterer Studien zu validieren.

Weiterhin ist anzumerken, dass die grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren positive Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht in Studie II global operationalisiert wurden. So lassen sich keine Aussagen zu Zusammenhängen zwischen Einzeldimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen und den einzelnen Wertüberzeugungen, sowie weiteren individuellen Faktoren und Kontextfaktoren treffen. Dies trifft auch auf die Ergebnisse von Studie IV zu, da hier lediglich die Zusammenhänge zwischen der Profilzugehörigkeit, also ebenfalls den globalen berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen, und individuellen sowie Kontextfaktoren untersucht wurden. Verschiedene Studien, wie auch Studie I, konnten jedoch zeigen, dass Einzeldimensionen digitaler Kompetenzüberzeugungen unterschiedliche Zusammenhänge zu individuellen und kontextualen Faktoren aufweisen (z. B. Hatos et al., 2022; Runge et al., 2023; Yang et al., 2022). Daher sollten zukünftige Studien die Zusammenhänge zwischen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren untersuchen, um detailliertere Ergebnisse zu erhalten.

Abschließend ergibt sich noch eine Limitation hinsichtlich der Operationalisierung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in den Studien III und IV. Im Zuge der Validierung des Instruments wurden insgesamt vier Items aufgrund von Kreuzladungen und zu geringer Ladungen ausgeschlossen. Damit können nicht alle in DigCompEdu (Redecker & Punie, 2017b) beschriebenen Kompetenzen aus den Bereichen *Evaluation* und *Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden* abgebildet werden. Mithilfe anderer Analysemethoden, die Kreuzladungen erlauben, z. B. explorative Strukturgleichungsmodelle, wäre es jedoch möglich gewesen, die Kompetenzdimensionen

umfänglicher zu berichten. Dennoch bleibt das Problem von Items mit zu geringer Ladung bestehen, was bedeutet, dass das entsprechende Item zu keiner Kompetenzdimension passt. Hier wäre, möglicherweise mithilfe qualitativer Verfahren wie Expert*innen-Interviews, zu untersuchen, weshalb die Kompetenzdimension nicht entsprechend des theoretischen Modells empirisch abgebildet werden kann und ggf. in der Folge eine Anpassung des Modells vorzunehmen.

7.3 Implikationen für die Praxis

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Forschungsarbeit ergeben sich nicht nur Implikationen für die weitere Forschung, sondern auch für die Praxis der Lehrkräftebildung.

Die Ergebnisse von Studie I zeigen, dass grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften mit der Nutzung digitaler Technologien im Studium bzw. im Unterricht zusammenhängen. Daher sollten (angehende) Lehrkräfte im Rahmen der Lehrkräftebildung umfangreich in der Entwicklung ihrer grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen gefördert werden, um mit dem technologischen Fortschritt Schritt zu halten. Dabei ist auch die praktische Nutzung verschiedener digitaler Geräte und Tools von großer Bedeutung, die (angehende) Lehrkräfte im beruflichen Kontext benötigen. So hängt die Nutzung unterschiedlicher digitaler Technologien auch mit unterschiedlichen Dimensionen grundlegender digitaler Kompetenzüberzeugungen zusammen. Aus- und Fortbildungsmaßnahmen könnten von praxisnahen Settings profitieren, in denen (angehende) Lehrkräfte digitale Technologien nutzen, bspw. zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen.

Weiterhin zeigen die Befunde von Studie II und IV auf, dass eine vielfältige technische Schulausstattung weder mit den grundlegenden noch mit den berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften zusammenhängt. Vielmehr zeigen sich Zusammenhänge zwischen den digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften und deren Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht. Auch zeigen sich Zusammenhänge zwischen der Unterstützung seitens der Schule zum Einsatz digitaler Technologien und den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften. Schulen sollten somit zwar über eine qualitätsvolle technische Schulausstattung verfügen, hierbei ist jedoch weniger wichtig, wie viele unterschiedliche Technologien zur Verfügung gestellt werden. Vielmehr sollte eine unterstützende Atmosphäre bestehen und damit zusammenhängend innerhalb des Kollegiums sowie in der Aus- und Weiterbildung vermittelt werden, wie nützlich digitale Technologien für den eigenen Unterricht sind. Auch sollte das Interesse am Einsatz digitaler Technologien im Unterricht bei (angehenden) Lehrkräften verstärkt gefördert werden, um sie zur Auseinandersetzung mit diesem Thema zu motivieren. Auf diese Weise können (angehende) Lehrkräfte bestmöglich in ihrer Entwicklung digitaler Kompetenzüberzeugungen gefördert werden.

Mit dem Instrument zur Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte aus Studie III liegt zudem ein Hilfsmittel zur inhaltlichen Planung der Lehrkräftebildung in Bezug auf den beruflichen Einsatz digitaler Technologien vor. So wäre es denkbar, das Instrument zur Selbsteinschätzung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte einzusetzen,

um sie in der thematischen Wahl von Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen zu unterstützen. Darüber hinaus könnte das Instrument auch zum Monitoring der Entwicklung der eigenen berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen verwendet werden. Auch von Seiten der Lehrkräftebildner*innen bietet es sich an, das Instrument zur Evaluation von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen zum beruflichen Einsatz digitale Technologien zu nutzen.

In diesem Kontext ergibt sich eine weitere praktische Implikation aus den Ergebnissen von Studie IV, die darauf verweisen, dass Lehrkräfte sich in unterschiedliche Profile berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen unterteilen lassen. Daher scheint es ratsam, bei Weiterbildungsmaßnahmen in unterschiedliche Anforderungsniveaus zu unterscheiden: bspw. Anfänger*innen, Fortgeschrittene und Expert*innen. Anhand ihrer Kompetenzüberzeugungen könnten Lehrkräfte dann jene Veranstaltungen auswählen, die am besten zu Ihnen passen. So kann vermieden werden, dass sich einzelne Lehrkräfte über- oder unterfordert fühlen. Bei der Betrachtung der einzelnen Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen zeigt sich zudem, dass sich knapp drei Viertel der Lehrkräfte in der digital gestützten Leistungsbeurteilung und -kontrolle als wenig kompetent einschätzen. Dies verweist auf einen besonders starken Bedarf an Fortbildungen in diesem Bereich. Auch scheint es sinnvoll, die Leistungsbeurteilung und -kontrolle mit digitalen Technologien bereits in den ersten beiden Phasen der Lehrkräftebildung zu fördern, um angehende Lehrkräfte bestmöglich auf ihren Beruf vorzubereiten. Weniger Bedarf an Weiterbildung könnte hingegen im Bereich *Administration und Weiterbildung* bestehen, in dem knapp drei Viertel der Lehrkräfte eher hohe Kompetenzüberzeugungen berichten.

7.4 Fazit

Die vorliegende Arbeit trägt in drei zentralen Punkten zum Forschungsstand bei: Erstens zeigen die Ergebnisse, dass zwischen den digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte und individuellen Faktoren sowie Kontextfaktoren vielfältige Zusammenhänge bestehen. Damit trägt die Forschungsarbeit zum empirischen Forschungsstand zu grundlegenden und berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte bei. Zweitens wurde im Kontext der vorliegenden Arbeit ein Instrument entwickelt und validiert, das die berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte in Anlehnung an das DigCompEdu-Rahmenmodell (Redecker & Punie, 2017b) erfasst. Hier zeigt sich ein relevanter Beitrag zum theoretischen Verständnis berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen (angehender) Lehrkräfte, die sich in sieben unterschiedliche Dimensionen unterteilen lassen. Es wird zudem ein valides, theoriebasiertes Instrument für die Erfassung berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zur Verfügung gestellt, das auch in zukünftigen Studien verwendet werden kann. Drittens wurden erstmals auch berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen von Referendar*innen in verschiedenen Kompetenzdimensionen erfasst. Im Vergleich zu Lehramtsstudierenden und Lehrkräften gelten Lehramtsreferendar*innen als wenig beforscht (Peitz & Harring, 2021). Da das Referendariat in

der deutschen Lehrkräftebildung für das Zusammenspiel von wissenschaftlicher Theorie und schulischer Praxis eine wichtige Rolle einnimmt, sind Erkenntnisse zu dieser Phase von besonderer Bedeutung.

Literaturverzeichnis

- Allen, M. S., Iliescu, D. & Greiff, S. (2022). Single item measures in psychological science: A call to action. *European Journal of Psychological Assessment*, 38(1), 1–5.
<https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000699>
- Almerich, G., Orellana, N., Suárez-Rodríguez, J. & Díaz-García, I. (2016). Teachers' information and communication technology competences: A structural approach. *Computers & Education*, 100, 110–125. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.002>
- 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>
- Andreasen, J. K., Tømte, C. E., Bergan, I. & Kovac, V. B. (2022). Professional digital competence in initial teacher education: An examination of differences in two cohorts of pre-service teachers. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 17(1), 61–74. <https://doi.org/10.18261/njdl.17.1.5>
- Aslan, A. & Zhu, C. (2016). Influencing factors and integration of ICT into teaching practices of pre-service and starting teachers. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 359–370. <https://doi.org/10.21890/ijres.81048>
- Aydin, S., Gülenaz, K. M. U. & Çakmak, A. (2018). Investigation of lifelong learning competency beliefs of preservice teachers from different departments using latent class analysis. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 18(2). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v18i2.550>
- Aygün, M. & İlhan, G. O. (2020). Analysis of in-service and pre-service social studies teachers' digital citizenship. *International Online Journal of Educational Sciences*, 123–146.
<https://doi.org/10.15345/iojes.2020>
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F. & Scheiter, K. (2020). Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers' expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans. *Learning and Instruction*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K. & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility! *Computers & Education*, 166.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>
- Backfisch, I., Scherer, R., Siddiq, F., Lachner, A. & Scheiter, K. (2021). Teachers' technology use for teaching: Comparing two explanatory mechanisms. *Teaching and Teacher Education*, 104, 103390. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103390>
- Baier, F. & Kunter, M. (2020). Construction and validation of a test to assess (pre-service) teachers' technological pedagogical knowledge (TPK). *Studies in Educational Evaluation*, 67, 100936.
<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100936>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). The COACTIV model of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematics Teacher Education: Bd. 8. Cognitive activation in the mathematics classroom and*

- professional competence of teachers: Results from the COACTIV project* (S. 25–48). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2
- Bem, S. L. (1981). Gender schema theory: A cognitive account of sex typing. *Psychological Review*, 88(4), 354–364. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.4.354>
- Benali, M., Kaddouri, M. & Azzimani, T. (2018). Digital competence of Moroccan teachers of English. *International Journal of Education and Development using ICT*, 14(2).
- Bertram, V., Baier-Mosch, F., Dignath, C. & Kunter, M. (2023). Promoting pre- and in-service teachers' digital competence by using reverse mentoring. *Unterrichtswissenschaft*, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00183-0>
- Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M., Schulz-Zander, R. & Wendt, H. (Hrsg.). (2014). *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der Jahrgangsstufe 8 im internationalen Vergleich*. Waxmann Verlag.
- Brandhofer, G., Kohl, A., Miglbauer, M. & Nárosy, T. (2016). digi.kompP – Digitale Kompetenzen für Lehrende: Das digi.kompP-Modell im internationalen Vergleich und in der Praxis der österreichischen Pädagoginnen- und Pädagogenbildung. *R&E-SOURCE*(6).
- Brandhofer, G. & Miglbauer, M. (2020). Digital competences for teachers - The Digi.KompP Model in an international comparison and in the practice of Austrian teacher training. *International Journal of Education (IJE)*, 8(4), 55–69. <https://doi.org/10.5121/ije.2020.8406>
- Breiter, A., Welling, S. & Stolpmann, B. E. (2010). *Medienkompetenz in der Schule: Integration von Medien in den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe Medienforschung der LfM: Bd. 64*. Vistas Verlag.
- Carretero, S., Vuorikari, R. & Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens: With eight proficiency levels and examples of use* (EUR 28558 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>
- Cattaneo, A. A., Antonietti, C. & Rauseo, M. (2022). How digitalised are vocational teachers? Assessing digital competence in vocational education and looking at its underlying factors. *Computers & Education*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104358>
- Chen, M., Zhou, C., Man, S. & Li, Y. (2023). Investigating teachers' information literacy and its differences in individuals and schools: a large-scale evaluation in China. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3145–3172. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11271-6>
- Cheng, L., Antonenko, P. D. & Ritzhaupt, A. D. (2023). The impact of teachers' pedagogical beliefs, self-efficacy, and technology value beliefs on 3D printing integration in K-12 science classrooms. *Educational Technology Research and Development*, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10276-3>

- Cheng, S.-L. & Xie, K. (2018). The relations among teacher value beliefs, personal characteristics, and TPACK in intervention and non-intervention settings. *Teaching and Teacher Education*, 74, 98–113. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.04.014>
- Chiu, T. K., Falloon, G., Song, Y., Wong, V. W., Zhao, L. & Ismailov, M. (2024). A self-determination theory approach to teacher digital competence development. *Computers & Education*, 214, 105017. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105017>
- Choi, M., Cristol, D. & Gimbert, B. (2018). Teachers as digital citizens: The influence of individual backgrounds, internet use and psychological characteristics on teachers' levels of digital citizenship. *Computers & Education*, 121, 143–161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.005>
- Christ, O. & Schlüter, E. (2012). *Strukturgleichungsmodelle mit Mplus: Eine praktische Einführung. Sozialwissenschaften 10-2012*. Oldenbourg Verlag. <https://doi.org/10.1524/9783486714807>
- Clipa, O., Delibas, C.-S. & Mățã, L. (2023). Teachers' self-efficacy and attitudes towards the use of information technology in classrooms. *Education Sciences*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/educsci13101001>
- Dai, W. (2023). An empirical study on English preservice teachers' digital competence regarding ICT self-efficacy, collegial collaboration and infrastructural support. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19538>
- Doll, J., Meyer, D. & Vorhölter, K. (2022). Zur Selbstwirksamkeit von Lehramtsstudierenden im Hinblick auf die Integration digitaler Medien in den Unterricht. In N. Buchholtz, B. Schwarz & K. Vorhölter (Hrsg.), *Initiationen mathematikdidaktischer Forschung: Festschrift zum 70. Geburtstag von Gabriele Kaiser* (S. 389–406). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-658-36766-4_20
- Dong, Y., Chai, C. S., Sang, G.-Y., Koh, J. H. L. & Tsai, C. (2015). Exploring the profiles and interplays of pre-service and in-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) in China. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 158–169.
- Dong, Y., Xu, C., Chai, C. S. & Zhai, X. (2020). Exploring the structural relationship among teachers' technostress, technological pedagogical content knowledge (TPACK), computer self-efficacy and school support. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(2), 147–157. <https://doi.org/10.1007/s40299-019-00461-5>
- Dreer, B. & Kracke, B. (2021). Lehrer*innen im Corona-Lockdown 2020: Umgang mit der Distanzbetreuung im Spannungsfeld von Anforderungen und Ressourcen. In C. Reintjes, R. Porsch & G. Im Brahm (Hrsg.), *Das Bildungssystem in Zeiten der Krise: Empirische Befunde, Konsequenzen und Potentiale für das Lehren und Lernen* (S. 45–62). Waxmann.
- Drossel, K. & Eickelmann, B. (2017). Teachers' participation in professional development concerning the implementation of new technologies in class: A latent class analysis of teachers and the

- relationship with the use of computers, ICT self-efficacy and emphasis on teaching ICT skills. *Large-scale Assessments in Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40536-017-0053-7>
- 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, 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. 205–240). Waxmann.
- Eagly, A. H. & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Harcourt Brace Jovanovich College Publishers.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), *Handbook of Competence and Motivation*. Guilford Press.
- Eccles, J. S., Adler, Terry E., Futterman, Robert, Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L. & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Hrsg.), (*A Series of books in psychology*). *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (S. 75–146). W.H. Freeman.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., Senkbeil, M. & Vahrenhold, J. (Hrsg.). (2019). *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Waxmann.
- Eickelmann, B. & Drossel, K. (2020). Lehrer*innenbildung und Digitalisierung - Konzepte und Entwicklungsperspektiven. In I. van Ackeren (Hrsg.), *Bewegungen* (S. 349–362). Verlag Barbara Budrich.
- Eickelmann, B. & Gerick, J. (2020). Lernen mit digitalen Medien. In D. Fickermann & B. Edelstein (Hrsg.), „Langsam vermisste ich die Schule ...“: *Schule während und nach der Corona-Pandemie* (S. 153–162). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830992318.09>
- Eickelmann, B., Gerick, J., Labusch, A. & Vennemann, M. (2019). Schulische Voraussetzungen 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. 137–172). Waxmann.

- Eickelmann, B. & Vennemann, M. (2017). Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries. *European Educational Research Journal*, 16(6), 733–761. <https://doi.org/10.1177/1474904117725899>
- Ekrem, S. & Recep, C. (2014). Examining preservice EFT teachers' TPACK competencies in Turkey. *The Journal of Educators Online*, 11(2). <https://doi.org/10.9743/JEO.2014.2.2>
- Endberg, M. (2019). *Professionswissen von Lehrpersonen der Sekundarstufe I zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: Eine Untersuchung auf Basis einer repräsentativen Lehrerbefragung. Empirische Erziehungswissenschaft: Band 71*. Waxmann.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E. & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Europäische Kommission. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://doi.org/10.2766/569540>
- Fabian, A., Fütterer, T., Backfisch, I., Lunowa, E., Paravicini, W., Hübner, N. & Lachner, A. (2024). Unraveling TPACK: Investigating the inherent structure of TPACK from a subject-specific angle using test-based instruments. *Computers & Education*, 217. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105040>
- Farjon, D., Smits, A. & Voogt, J. (2019). Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience. *Computers & Education*, 130, 81–93. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.11.010>
- Fehrmann, R. (2023). *Wie schätzen Lehramtsstudierende ihre professionelle digitale Kompetenz ein?* Universität Münster, Münster. <https://doi.org/10.17879/78978632588>
- Fernández-Cruz, F.-J. & Fernández-Díaz, M.-J. (2016). Generation Z's teachers and their digital skills. *Comunicar*, 24(46), 97–105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Ferrari, A. (2012). *Digital competence in practice: An analysis of frameworks*. Institute for Prospective Technological Studies.
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for developing and understanding digital competence in Europe*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2788/52966>
- Fraillon, J., Schulz, W. & Ainley, J. (2013). International Computer and Information Literacy Study: Assessment Framework. *International Association for the Evaluation of Educational Achievement*.
- Fütterer, T., Steinhäuser, R., Zitzmann, S., Scheiter, K., Lachner, A. & Stürmer, K. (2023). Development and validation of a test to assess teachers' knowledge about how to operate technology. *Computers and Education Open*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100152>
- Gao, C., Li, Z. & Zheng, L. (2023). Develop and validate a scale to measure primary and secondary teachers' digital teaching competence. *Education and Information Technologies*, 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12228-z>

- García-Vandewalle García, J. M., García-Carmona, M., Trujillo Torres, J. M. & Moya Fernández, P. (2023). Analysis of digital competence of educators (DigCompEdu) in teacher trainees: The context of Melilla, Spain. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(2), 585–612. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09546-x>
- Geiser, C. (2011). Latent-Class-Analyse. In C. Geiser (Hrsg.), *Datenanalyse mit Mplus* (S. 235–271). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-93192-0_6
- Gerick, J., Annemann, C., Niemann, T. & Drossel, K. (2024). Digitalisierungsbezogene Lehrkräftefortbildungen – Analysen zu Zusammenhängen mit Lehrpersonen- und Schulmerkmalen sowie zum wahrgenommenen Fortbildungserfolg durch Lehrkräfte in Deutschland. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s11618-024-01225-8>
- Gerick, J., Schaumburg, H., Kahnert, J. & Eickelmann, B. (2014). Lehr- und Lernbedingungen des Erwerbs computer- und informationsbezogener Kompetenzen in den ICILS-2013-Teilnehmerländern. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der Jahrgangsstufe 8 im internationalen Vergleich* (S. 147–196). Waxmann Verlag.
- Ghomi, M. & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (DigCompEdu): Development and evaluation of a self-assessment instrument for teachers' digital competence. In H. Lane, S. Zvacek & J. Uhomobhi (Hrsg.), *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU* (Vol. 1, S. 541–548). SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>
- Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J. & Torres-Gordillo, J.-J. (2017). Factors that explain the use of ICT in secondary-education classrooms: The role of teacher characteristics and school infrastructure. *Computers in Human Behavior*, 68, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.057>
- Graves, K. E. & Bowers, A. J. (2018). Toward a typology of technology-using teachers in the “new digital divide”: A latent class analysis of the NCES Fast Response Survey System teachers’ use of educational technology in U.S. public schools, 2009 (FRSS 95). *Teachers College Record*, 120(8), 1–42. <https://doi.org/10.1177/016146811812000808>
- Greene, M., Cheng, S.-L. & Jones, M. (2023). Preservice teachers’ technology integration knowledge development in an online technology-based course. *International Journal of Instruction*, 16(4), 385–404. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16423a>
- Guggemos, J. & Seufert, S. (2021). Teaching with and teaching about technology – Evidence for professional development of in-service teachers. *Computers in Human Behavior*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106613>

- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., Bravo-Agapito, J. & Escribano-Ortiz, D. (2021). Analysis of teachers' pedagogical digital competence: Identification of factors predicting their acquisition. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(3), 481–498. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09432-7>
- Guo, R. X., Dobson, T. & Petrina, S. (2008). Digital natives, digital immigrants: An analysis of age and ICT competency in teacher education. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 235–254. <https://doi.org/10.2190/EC.38.3.a>
- Hahn, S., Pfeifer, A. & Kunina-Habenicht, O. (2022). Multiple facets of self-rated digital competencies of pre-service teachers: A pilot study on the nomological network, empirical structure, and gender differences. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.999679>
- Hall, R., Atkins, L. & Fraser, J. (2014). Defining a self-evaluation digital literacy framework for secondary educators: the DigiLit Leicester project. *Research in Learning Technology*, 22. <https://doi.org/10.3402/rlt.v22.21440>
- Hartig, J. & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In K. Schweizer (Hrsg.), *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 127–143). Springer Medizin. https://doi.org/10.1007/3-540-33020-8_9
- Hatlevik, I. K. R. & Hatlevik, O. E. (2018). Examining the relationship between teachers' ICT self-efficacy for educational purposes, collegial collaboration, lack of facilitation and the use of ICT in teaching practice. *Frontiers in psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00935>
- Hatlevik, O. E. (2017). Examining the relationship between teachers' self-efficacy, their digital competence, strategies to evaluate information, and use of ICT at school. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(5), 555–567. <https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1172501>
- Hatos, A., Cosma, M.-L. & Clipa, O. (2022). Self-assessed digital competences of Romanian teachers during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810359>
- Heldt, M., Lorenz, R. & Eickelmann, B. (2020). Relevanz schulischer Medienkonzepte als Orientierung für die Schule im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung. *Unterrichtswissenschaft*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00070-y>
- Heuling, L. S., Wild, S. & Vest, A. (2021). Digital competences of prospective engineers and science teachers: A latent profile and correspondence analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 9(4), 760–782.
- Hew, K. F. & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>

- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe: Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Waxmann.
- Himmelrath, A., Hölter, K., Olbrisch, M. & Schirmer, S. (3. Dezember 2021). Vierte Coronawelle an Deutschlands Hochschulen: Vor dem Bildschirm vergessen. *DER SPIEGEL*.
<https://www.spiegel.de/start/corona-an-deutschlands-unis-und-hochschulen-im-dauer-shutdown-a-f0026b45-6724-42e3-84e1-dc8fbdf0f730>
- Hoerger, M. (2010). Participant dropout as a function of survey length in internet-mediated university studies: implications for study design and voluntary participation in psychological research. *Cyberpsychology, behavior and social networking*, 13(6), 697–700.
<https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0445>
- Hollenstein, L., Brühwiler, C. & Biedermann, H. (2020). Lehrerinnen- und Lehrerbildung an Universitäten und Pädagogischen Hochschulen. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 323–331). UTB.
- Howard, S. K., Tondeur, J., Siddiq, F. & Scherer, R. (2021). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141–158. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1839543>
- Huberman, A. M. (1989). *La vie des enseignants: Évolution et bilan d'une profession*. Delachaux et Niestlé.
- Hugger, K.-U. (2021). Medienkompetenz. In U. Sander, F. von Gross & K.-U. Hugger (Hrsg.), *Springer eBook Collection. Handbuch Medienpädagogik* (2. Auflage). Springer VS.
- Ilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M. & Kantosalo, A. (2016). Digital competence – an emergent boundary concept for policy and educational research. *Education and Information Technologies*, 21(3), 655–679. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9346-4>
- Inan, F. A. & Lowther, D. L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: a path model. *Educational Technology Research and Development*, 58(2), 137–154.
<https://doi.org/10.1007/s11423-009-9132-y>
- International Society for Technology in Education. (2002). *ISTE National educational technology standards (NETS) and performance indicators for teachers*.
- Jenßen, L., Eilerts, K. & Grave-Gierlinger, F. (2023). Comparison of pre- and in-service primary teachers' dispositions towards the use of ICT. *Education and Information Technologies*, 28(11), 14857–14876. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11793-7>
- Jiménez-Hernández, D., González-Calatayud, V., Torres-Soto, A., Martínez Mayoral, A. & Morales, J. (2020). Digital competence of future secondary school teachers: Differences according to gender, age, and branch of knowledge. *Sustainability*, 12(22).
<https://doi.org/10.3390/su12229473>

- Johannesen, M., Øgrim, L. & Giæver, T. H. (2014). Notion in motion: Teachers' digital competence. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 300–312. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2014-04-05>
- Johnson, F., Schneider, C. & Müller, L. (2023). Zur Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen und Einstellungen von Lehramtsstudierenden im Verlauf des Bachelor of Education. *Unterrichtswissenschaft*, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00185-y>
- Kaarakainen, M.-T., Kivinen, O. & Vainio, T. (2018). Performance-based testing for ICT skills assessing: a case study of students and teachers' ICT skills in Finnish schools. *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 349–360. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0553-9>
- Kaarakainen, M.-T. & Saikkonen, L. (2021). Multilevel analysis of the educational use of technology: Quantity and versatility of digital technology usage in Finnish basic education schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 953–965. <https://doi.org/10.1111/jcal.12534>
- Kadijevich, D. M., Gutvajin, N. & Ljubojevic, D. (2023). Fostering twenty-first century digital skills by the means of educational platforms in the times of COVID-19. *Interactive Learning Environments*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2176520>
- Kadioğlu-Akbulut, C., Cetin-Dindar, A., Acar-Şeşen, B. & Küçük, S. (2023). Predicting preservice science teachers' TPACK through ICT usage. *Education and Information Technologies*, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11657-0>
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (5., erweiterte Auflage). Walter de Gruyter Verlag. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>
- Kindermann, K. & Pohlmann-Rother, S. (2022). Unterricht mit digitalen Medien?! *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 15(2), 435–452. <https://doi.org/10.1007/s42278-022-00145-y>
- Klieme, E. (2019). Unterrichtsqualität. In M. Haring, C. Rohlf's & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (393-408). Waxmann.
- Klieme, E. (2020). Guter Unterricht - auch und besonders unter Einschränkungen der Pandemie? In D. Fickermann & B. Edelstein (Hrsg.), „Langsam vermisste ich die Schule ...“: *Schule während und nach der Corona-Pandemie* (S. 117–135). Waxmann.
- KMK. (2017). *Strategie der Kultusministerkonferenz "Bildung in der digitalen Welt"*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf
- KMK. (2022). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 07.10.2022*. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf

- Knezek, G. & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9120-2>
- Knezek, G., Christensen, R. & Fluke, R. (2003). *Testing a will, skill, tool model of technology integration*. <https://eric.ed.gov/?id=ED475762>
- Knezek, G., Christensen, R., Miyashita, K. & Ropp, M. (2000). *Instruments for Assessing Educator Progress in Technology Integration*. Institute for the Integration of Technology in Teaching and Learning.
- Kotzebue, L. von (2023). Two is better than one—Examining biology-specific TPACK and its T-dimensions from two angles. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(5), 765–782. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2030268>
- Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in the Norwegian teacher education and schools. *Högskoleutbildning*, 1(1), 39–51. <https://hogreutbildning.se/index.php/hu/article/view/874>
- Krumsvik, R. J. (2014). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269–280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., Øfstegaard, M. & Eikeland, O. J. (2016). Upper secondary school teachers' digital competence: Analysed by demographic, personal and professional characteristics. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 11(3), 143–164. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2016-03-02>
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann.
- Länderkonferenz MedienBildung. (2015). *Kompetenzorientiertes Konzept für die schulische Medienbildung: LKM-Positionspapier*.
- Law, N., Woo, D., La Torre, J. de & Wong, G. (2018). *A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2: Information Paper No. 51 (UIS/2018/ICT/IP/51)*. <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/ip51-global-framework-reference-digital-literacy-skills-2018-en.pdf>
- Lázaro-Cantabrana, J., Usart-Rodríguez, M. & Gisbert-Cervera, M. (2019). Assessing teacher digital competence: The construction of an instrument for measuring the knowledge of pre-service teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal)*, 8(1), 73–78.
- Lee, J. (2023). Latent class profiles of teacher use of digital tools in PISA 2018 data. *Education and Information Technologies*, 1–33. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12305-3>
- Lee, M.-H. & Tsai, C.-C. (2010). Exploring teachers' perceived self efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. *Instructional Science*, 38(1), 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9075-4>
- Lewalter, D., Kastorff, T. & Moser, S. (2023). Digitalisierungsbezogene Lerngelegenheiten und -aktivitäten in Schule und Freizeit. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K.

- Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 237–272). Waxmann.
- Li, S [Suqi], Liu, Y [Yuxuan] & Su, Y.-S. (2022). Differential analysis of teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) abilities according to teaching stages and educational levels. *Sustainability*, 14(12), 7176. <https://doi.org/10.3390/su14127176>
- Lin, R., Yang, J., Jiang, F. & Li, J. (2023). Does teacher's data literacy and digital teaching competence influence empowering students in the classroom? Evidence from China. *Education and Information Technologies*, 28(3), 2845–2867. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11274-3>
- Lin, T.-C., Tsai, C.-C., Chai, C. S. & Lee, M.-H. (2013). Identifying science teachers' perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 325–336. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9396-6>
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In C. Allemann-Ghionda & E. Terhart (Hrsg.), *Zeitschrift für Pädagogik Beiheft: Bd. 51. Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern: Ausbildung und Beruf* (S. 47–70). Beltz.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Springer-Lehrbuch. Pädagogische Psychologie* (2. Aufl., S. 69–105). Springer.
- Liu, Y [Yue], Zhao, L. & Su, Y.-S. (2022). The impact of teacher competence in online teaching on perceived online learning outcomes during the COVID-19 outbreak: A Moderated-Mediation Model of teacher resilience and age. *International journal of environmental research and public health*, 19(10), 6282. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106282>
- López-Vargas, O., Duarte-Suárez, L. & Ibáñez-Ibáñez, J. (2017). Teacher's computer self-efficacy and its relationship with cognitive style and TPACK. *Improving Schools*, 20(3), 264–277. <https://doi.org/10.1177/1365480217704263>
- Lorenz, R. & Endberg, M. (2019). Welche professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrpersonen im Kontext der Digitalisierung in der Schule? *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 61–81. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.16.X>
- Lorenz, R., Yotyodying, S., Eickelmann, B. & Endberg, M. (Hrsg.). (2022). *Schule digital – der Länderindikator 2021. Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Sekundarstufe I in Deutschland im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830995449>
- Lucas, M., Bem-Haja, P., Siddiq, F., Moreira, A. & Redecker, C. (2021). The relation between in-service teachers' digital competence and personal and contextual factors: What matters most? *Computers & Education*, 160, 104052. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104052>

- MacCallum, R. C., Zhang, S., Preacher, K. J. & Rucker, D. D. (2002). On the practice of dichotomization of quantitative variables. *Psychological Methods*, 7(1), 19–40.
<https://doi.org/10.1037/1082-989x.7.1.19>
- Max, A.-L., Lukas, S. & Weitzel, H. (2022). The relationship between self-assessment and performance in learning TPACK: Are self-assessments a good way to support preservice teachers' learning? *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4).
<https://doi.org/10.1111/jcal.12674>
- Meurer, M. (2006). "Es ist noch zu früh." - Habituskonstruktionen von Grundschullehrerinnen im Umgang mit Neuen Medien. In A. Treibel, M. S. Maier, S. Kommer & M. Welzel (Hrsg.), *Gender medienkompetent* (1. Aufl., S. 193–206). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Michos, K., Schmitz, M.-L. & Petko, D. (2023). Teachers' data literacy for learning analytics: A central predictor for digital data use in upper secondary schools. *Education and Information Technologies*, 28(11), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11772-y>
- Microsoft Corporation. (2014). *Microsoft Digital Literacy*.
https://services.nwu.ac.za/sites/services.nwu.ac.za/files/files/information-technology/sc/training/digital_literacy/Microsoft%20Digital%20Literacy%20Manual%20Master%20v4.pdf
- Ministry of Education of the People's Republic of China. (2014). *Notice of the General Office of the Ministry of Education on Issuing the "Information Technology Application Ability Standards for Primary and Secondary School Teachers (Trial)"*.
<http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s6991/201406/170123.html>
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mödinger, M., Wohlfart, O., Woll, A. & Wagner, I. (2023). Digitale Kompetenzen angehender Sportlehrkräfte. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 53(4), 420–431.
<https://doi.org/10.1007/s12662-023-00896-5>
- Monitor Lehrerbildung. (2022). *Factsheet Lehramtsstudium in der digitalen Welt*.
https://www.monitor-lehrerbildung.de/wp-content/uploads/2022/12/MLB_Factsheet_Lehramtsstudium_in_der_digitalen_Welt_2022.pdf
- Müller, M. L., Frenz, M. & Nitsch, V. (2023). Digitale Kompetenz, Digital Literacy, Digital Competence – Eine vergleichende, strukturierte Literaturanalyse deutsch- und englischsprachiger Beiträge. In K. Kögler (Hrsg.), *Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft Für Erziehungswissenschaft (DGfE) Series. Jahrbuch der Berufs- und Wirtschaftspädagogischen Forschung 2023* (S. 9–38). Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/jj.7418738.4>

- Mußmann, F., Hardwig, T., Riethmüller, M. & Klötzer, S. (2021). *Digitalisierung im Schulsystem 2021: Arbeitszeit, Arbeitsbedingungen, Rahmenbedingungen und Perspektiven von Lehrkräften in Deutschland*. Georg-August-Universität Göttingen, Kooperationsstelle Hochschulen und Gewerkschaften. https://kooperationsstelle.uni-goettingen.de/fileadmin/digitalisierung_im_schulsystem_2021/projekte/kooperationsstelle/digitalisierung_im_schulsystem_2021_gesamtbericht_ohne_anhang.pdf
<https://doi.org/10.3249/ugoe-publ-10>
- Muthén, L. K. & Muthén, B. (2017). *Mplus user's guide: Statistical analysis with latent variables* (8. Aufl.). Muthén & Muthén.
- Napal Fraile, M., Peñalva-Vélez, A. & Mendióroz Lacambra, A. (2018). Development of digital competence in secondary education teachers' training. *Education Sciences*, 8(3).
<https://doi.org/10.3390/educsci8030104>
- Nieto-Isidro, S., Martínez-Abad, F. & Rodríguez-Conde, M. J. (2022). Observed and self-perceived information literacy among teachers and future teachers and their relationship with sociodemographic variables. *Revista de Educación*(396), 35–61. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2022-396-529>
- Omar, M. N. & Ismail, S. N. (2021). Empowering teacher self-efficacy on ICT: How does technology leadership play a role? *Malaysian Online Journal of Educational Management (MOJEM)*, 9(3), 1–22.
- Omar, M. K. & Mohmad, I. R. (2023). Pedagogy, ICT skills, and online teaching readiness as factors on digital competency practices among secondary school teachers in Malaysia. *Asian Journal of Vocational Education and Humanities*, 4(1). <https://doi.org/10.53797/ajvah.v4i1.1.2023>
- Paetsch, J., Franz, S. & Wolter, I. (2023). Changes in early career teachers' technology use for teaching: The roles of teacher self-efficacy, ICT literacy, and experience during COVID-19 school closure. *Teaching and Teacher Education*, 135.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104318>
- Paidican Soto, M. A., Gros Salvat, B. & Arredondo Herrera, P. (2024). Technopedagogical and disciplinary knowledge of primary school teachers in different socio-demographic contexts. *Campus Virtuales*, 13(1), 69. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.1.1296>
- Peitz, J. & Haring, M. (Hrsg.). (2021). *Das Referendariat: Ein systematischer Blick auf den schulpraktischen Vorbereitungsdienst*. Waxmann.
- Pérez-Calderón, E., Prieto-Ballester, J.-M. & Miguel-Barrado, V. (2021). Analysis of digital competence for spanish teachers at pre-university educational key stages during COVID-19. *International journal of environmental research and public health*, 18(15).
<https://doi.org/10.3390/ijerph18158093>
- Petko, D. (2012a). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In R. Schulz-Zander, B.

- Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (S. 29–50). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-94219-3_3
- Petko, D. (2012b). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the "will, skill, tool" model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351–1359. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.013>
- Porsch, R. (2021). Medienbildung als Aufgabe der Lehrer*innenbildung: eine innovationstheoretische Perspektive. *k:ON - Kölner Online Journal für Lehrer*innenbildung*(4, 2/2021), 254–268. <https://doi.org/10.18716/ojs/kON/2021.2.13>
- Pozas, M. & Letzel, V. (2023). “Do you think you have what it takes?” – Exploring predictors of pre-service teachers’ prospective ICT use. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(2), 823–841. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09551-0>
- Pozas, M., Letzel, V. & Frohn, J. (2022). An empirical study exploring pre-service teachers’ profiles and their prospective ICT integration: is it a matter of attitudes, self-efficacy, self-concept or concerns? *Journal of Computers in Education*, 11. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00254-8>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Quast, J., Rubach, C. & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. *European Journal of Teacher Education*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663>
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017a). *Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu*. Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019.
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017b). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Richter, E. & Richter, D. (2020). Fort- und Weiterbildung von Lehrpersonen. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 345–353). UTB.
- Röhl, S., Cramer, C. & Mayr, J. (2024). Lehrpersonen lernen: Nutzung und Nützlichkeit von Lerngelegenheiten und deren Beziehung zur Berufserfahrung. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s35834-024-00414-z>
- Rothland, M. (2018). Yes, we can! Anmerkungen zur trügerischen „Kompetenzentwicklung“ von Lehramtsstudierenden im Praxissemester. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.25656/01:19057>
- Rubach, C. (2024). Jingle-jangle in the measurement of digital competencies: An attempt at clarification using (prospective) teachers as an example. *Medienpädagogik: Zeitschrift für*

- Theorie und Praxis der Medienbildung*(57), 75–102.
<https://doi.org/10.21240/mpaed/57/2024.03.25.X>
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 9(3), 345–374.
<https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2021a). 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. (2021b). 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). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-31064-6_15
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2021c). Heterogene digitale Kompetenzselbsteinschätzungen bei Lehramtsstudierenden. In Hochschulforum Digitalisierung (Hrsg.), *Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke* (S. 453–473). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8_26
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2023a). A systematic review of research examining teachers' competence-related beliefs about ICT use: Frameworks and related measures. In K. Scheiter & I. Gogolin (Hrsg.), *Edition ZfE: Bd. 15. Bildung für eine digitale Zukunft* (Bd. 15, S. 189–230). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_8
- Rubach, C. & Lazarides, R. (2023b). Der Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung eigener Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien und individuellen und kollektiven Erfahrungen mit digitalen Medien. In R. Porsch & P. Gollub (Hrsg.), *Professionalisierung von Lehrkräften im Beruf: Stand und Perspektiven der Lehrkräftebildung und Professionsforschung* (1. Auf., S. 301–321). Waxmann.
- 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.), *Empirische Pädagogik: 2022-2. Vom Klassenzimmer ins Kinderzimmer - Lernerfahrungen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen schulischer Bildungsprozesse im digitalen Raum* (S. 166–184). Verlag Empirische Pädagogik.
- Runge, I., Lazarides, R., Rubach, C., Richter, D. & Scheiter, K. (2023). Teacher-reported instructional quality in the context of technology-enhanced teaching: The role of teachers' digital competence-related beliefs in empowering learners. *Computers & Education*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104761>

- Runge, I., Scheiter, K., Rubach, C., Richter, D. & Lazarides, R. (2024). Lehrkräftefortbildungen im Kontext digitaler Medien: Welche Bedeutung haben digitalbezogene Fortbildungsthemen für selbsteingeschätzte digitale Kompetenzen und selbstberichtetes digital gestütztes Unterrichtshandeln? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1007/s11618-024-01227-6>
- Saikkonen, L. & Kaarakainen, M.-T. (2021). Multivariate analysis of teachers' digital information skills - The importance of available resources. *Computers & Education*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104206>
- Saltan, F. & Arslan, K. (2017). A comparison of in-service and pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge self-confidence. *Cogent Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1311501>
- Sasota, R. S., Cristobal, R. R., Sario, I. S., Biyo, J. T. & Magadia, J. C. (2021). Will–skill–tool (WST) model of technology integration in teaching science and mathematics in the Philippines. *Journal of Computers in Education*, 8(3), 443–464. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00185-w>
- Schauffel, N., Schmidt, I., Peiffer, H. & Ellwart, T. (2021). Self-concept related to information and communication technology: Scale development and validation. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100149>
- Schaumburg, H. (2017). Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule: Medienpädagogische und -didaktische Perspektiven. In Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), *Individuell fördern mit digitalen Medien: Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren* (2. Auflage, S. 20–94). Verlag Bertelsmann Stiftung.
- Scherer, R. & Siddiq, F. (2015). Revisiting teachers' computer self-efficacy: A differentiated view on gender differences. *Computers in Human Behavior*, 53, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.06.038>
- Scherer, R., Siddiq, F. & Teo, T. (2015). Becoming more specific: Measuring and modeling teachers' perceived usefulness of ICT in the context of teaching and learning. *Computers & Education*, 88, 202–214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.05.005>
- Scherer, R., Tondeur, J. & Siddiq, F. (2017). On the quest for validity: Testing the factor structure and measurement invariance of the technology-dimensions in the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) model. *Computers & Education*, 112, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.012>
- Scherer, R., Tondeur, J., Siddiq, F. & Baran, E. (2018). The importance of attitudes toward technology for pre-service teachers' technological, pedagogical, and content knowledge: Comparing structural equation modeling approaches. *Computers in Human Behavior*, 80, 67–80. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.003>

- Schmid, M., Brianza, E. & Petko, D. (2021). Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Computers in Human Behavior*, *115*, 106586. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106586>
- Schmid, U., Goertz, L. & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung: Die Schulen im digitalen Zeitalter*. Bertelsmann Stiftung.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Journal of Research on Technology in Education*, *42*(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Schmidt, I., Schaufel, N. & Ellwart, T. (2022). Uncovering latent profiles of ICT self-concept among adults in Germany and their relation with gender. *Behaviour & Information Technology*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2151937>
- Schmidt, R. & Reintjes, C. (2022). Integrierte ICT-Professionalisierung: Zur Verortung digitalisierungsbezogener Kompetenzen von Lehrpersonen aus professionstheoretischer Perspektive. In U. Schütte, N. Bürger, M. Fabel-Lamla, P. Frei, K. Hauenschild, J. Menthe, B. Schmidt-Thieme & C. Wecker (Hrsg.), *Digitalisierungsbezogene Kompetenzen fördern: Herausforderungen, Ansätze und Entwicklungsfelder im Kontext von Schule und Hochschule* (S. 55–65). Universitätsverlag Hildesheim.
- Schmitz, M.-L., Antonietti, C., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P. & Petko, D. (2023). Transformational leadership for technology integration in schools: Empowering teachers to use technology in a more demanding way. *Computers & Education*, *204*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104880>
- Schmitz, M.-L., Consoli, T., Antonietti, C., Cattaneo, A., Gonon, P. & Petko, D. (2024). Why do some teachers teach media literacy while others do not? Exploring predictors along the “will, skill, tool, pedagogy” model. *Computers in Human Behavior*, *151*. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.108004>
- Schulze-Vorberg, L., Krille, C., Fabriz, S. & Horz, H. (2021). Hinweise und Empfehlungen für die Konzeption von Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien [Recommendations for the conceptual design of professional development programmes for teachers on the use of digital media]. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, *24*(5), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01046-z>
- Sergeeva, O. V., Zheltukhina, M. R., Sizova, Z. M., Ishmuradova, A. M., Khlusyanov, O. V. & Kalashnikova, E. P. (2024). Exploring pre-service teachers' ICT competence beliefs. *Contemporary Educational Technology*, *16*(2). <https://doi.org/10.30935/cedtech/14331>
- Shentu, Y. & Xie, M. (2010). A note on dichotomization of continuous response variable in the presence of contamination and model misspecification. *Statistics in Medicine*, *29*(21), 2200–2214. <https://doi.org/10.1002/sim.3966>

- Siddiq, F., Hatlevik, O. E., Olsen, R. V., Throndsen, I. & Scherer, R. (2016). Taking a future perspective by learning from the past – A systematic review of assessment instruments that aim to measure primary and secondary school students' ICT literacy. *Educational Research Review, 19*, 58–84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.05.002>
- Sieve, B. F. (2015). *Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht: Entwicklung und Evaluation einer Fortbildungsmaßnahme für Chemielehrkräfte*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-09946-6>
- Sipilä, K. (2011). No pain, no gain? Teachers implementing ICT in instruction. *Interactive Technology and Smart Education, 8*(1), 39–51. <https://doi.org/10.1108/17415651111125504>
- Skantz-Åberg, E., Lantz-Andersson, A., Lundin, M. & Williams, P. (2022). Teachers' professional digital competence: An overview of conceptualisations in the literature. *Cogent Education, 9*(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2063224>
- Spurk, D., Hirschi, A., Wang, M., Valero, D. & Kauffeld, S. (2020). Latent profile analysis: A review and “how to” guide of its application within vocational behavior research. *Journal of Vocational Behavior, 120*, 103445. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103445>
- Statistisches Bundesamt. (2022, 27. Oktober). *Ausstattung privater Haushalte mit Informations- und Kommunikationstechnik - Deutschland*. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Einkommen-Konsum-Lebensbedingungen/Ausstattung-Gebrauchsgueter/Tabellen/liste-infotechnik-d.html#115470>
- Suárez-Rodríguez, J., Almerich, G., Orellana, N. & Díaz-García, I. (2018). A basic model of integration of ICT by teachers: Competence and use. *Educational Technology Research and Development, 66*(5), 1165–1187. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9591-0>
- Sundqvist, K., Korhonen, J. & Eklund, G. (2021). Predicting Finnish subject-teachers' ICT use in Home Economics based on teacher- and school-level factors. *Education Inquiry, 12*(1), 73–93. <https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1778609>
- Teo, T. (2015). Comparing pre-service and in-service teachers' acceptance of technology: Assessment of measurement invariance and latent mean differences. *Computers & Education, 83*, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.015>
- Tezci, E. (2010). Attitudes and knowledge level of teachers in ICT use: The case of Turkish teachers. *Journal of Human Sciences, 7*(2), 19–44.
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F. & Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of TPACK within pre-service teachers' ICT profiles: Mind the gap! *Australasian Journal of Educational Technology, 33*(3). <https://doi.org/10.14742/ajet.3504>
- Turgut, Y. (2017). A comparison of pre-service, in-service and formation program for teachers perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) in English language teaching (ELT). *Educational Research and Reviews, 12*(22), 1091–1106. <https://doi.org/10.5897/ERR2017.3311>

- Tzafilkou, K., Perifanou, M. & Economides, A. A. (2023). Assessing teachers' digital competence in primary and secondary education: Applying a new instrument to integrate pedagogical and professional elements for digital education. *Education and Information Technologies*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11848-9>
- UNESCO. (2008). *ICT competency standards for teachers: policy framework*. UNESCO.
- UNESCO. (2011). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers: Version 2*. UNESCO.
- UNESCO. (2018). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers: Version 3*. UNESCO.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P. & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Vejvoda, J., Stadler, M., Schultz-Pernice, F., Fischer, F. & Sailer, M. (2023). Getting ready for teaching with digital technologies: Scenario-based self-assessment in teacher education and professional development. *Unterrichtswissenschaft*, 51(4), 511–532. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00186-x>
- Vekiri, I. & Chronaki, A. (2008). Gender issues in technology use: Perceived social support, computer self-efficacy and value beliefs, and computer use beyond school. *Computers & Education*, 51(3), 1392–1404. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.003>
- Vitanova, V., Atanasova-Pachemska, T., Iliev, D. & Pachemska, S. (2015). Factors affecting the development of ICT competencies of teachers in primary schools. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1087–1094. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.344>
- Vogelsang, C., Caruso, C., Seifert, A. & Schwabl, F. (2023). Wie entwickeln sich medienbezogene Einstellungen, selbsteingeschätzte Medienkompetenzen und motivationale Orientierungen angehender Lehrkräfte? *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 22–50. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2023.03.29.X>
- Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128415>
<https://doi.org/10.2760/490274>
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez, S. & van den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens: Update Phase 1: the Conceptual Reference Model* (EUR 27948 EN). Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101254>
<https://doi.org/10.2791/520113>
- Wang, Q [Qiong] & Zhao, G. (2021). ICT self-efficacy mediates most effects of university ICT support on preservice teachers' TPACK: Evidence from three normal universities in China.

- British Journal of Educational Technology*, 52(6), 2319–2339.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13141>
- Weidlich, J. & Kalz, M. (2023). How well does teacher education prepare for teaching with technology? A TPACK-based investigation at a university of education. *European Journal of Teacher Education*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2243645>
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. Beltz.
- Wetterich, F., Burghart, M. & Rave, N. (2014). *Medienbildung an deutschen Schulen*. atene KOM.
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12(3), 265–310. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(92\)90011-P](https://doi.org/10.1016/0273-2297(92)90011-P)
- Wigfield, A. & Eccles, J. S. (1994). Children's competence beliefs, achievement values, and general self-esteem. *The Journal of Early Adolescence*, 14(2), 107–138.
<https://doi.org/10.1177/027243169401400203>
- Wijnen, F., van der Walma Molen, J. & Voogt, J. (2023). Primary teachers' attitudes towards using new technology and stimulating higher-order thinking in students: A profile analysis. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6347–6372. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11413-w>
- Wohlfart, O. & Wagner, I. (2024). Empowering future educators: Tailored interventions and digital competency development in teacher education. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 19(1).
<https://doi.org/10.21240/zfhe/19-01/08>
- Wu, D., Yu, L., Zhu, S. & Wang, Q [Qin] (2021). Teachers' profiles of ICT-related dispositions and relations to secondary school students' information literacy: a latent profile analysis. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 14(2), 21–40.
<https://doi.org/10.18785/jetde.1402.02>
- Wu, D., Zhou, C., Li, Y. & Chen, M. (2022). Factors associated with teachers' competence to develop students' information literacy: A multilevel approach. *Computers & Education*, 176, 104360.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104360>
- Xu, J. (2022). A person-centered approach to teacher motivation towards information technology: integrating achievement goal and expectancy-value perspectives. *Educational Technology Research and Development*, 70(2), 397–417. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10085-0>
- Yang, L., Martínez-Abad, F. & García-Holgado, A. (2022). Exploring factors influencing pre-service and in-service teachers' perception of digital competencies in the Chinese region of Anhui. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12469–12494.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11085-6>
- Yotyodying, S. & Lorenz, R. (2022). Einschätzung der IT-Ausstattung und des IT-Supports der Schulen der Sekundarstufe I aus Lehrkräfteperspektive im Bundesländervergleich und im Trend seit 2017. 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 (41-61).
Waxmann.

Zeng, Y., Wang, Y. & Li, S [Shunyu] (2022). The relationship between teachers' information technology integration self-efficacy and TPACK: A meta-analysis. *Frontiers in psychology*, 13, 1091017. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1091017>

Zhdanov, S. P., Sadrieva, L. M., Astakhov, I. A., Sokolova, N. L., Grishnova, E. E. & Tararina, L. I. (2023). Psychometric properties of information and communication technology competencies scale: Latent profile analysis. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 13(4), e202345. <https://doi.org/10.30935/ojcm/13479>

Zinn, B., Brändle, M., Pletz, C. & Schaal, S. (2022). Wie schätzen Lehramtsstudierende ihre digitalisierungsbezogenen Kompetenzen ein? Eine hochschul- und fächerübergreifende Studie. *die hochschullehre*, 8(11). <https://doi.org/10.3278/HSL2211W>

Anhang

Anhang A – Das Kompetenzmodell der KMK (2017) „Bildung in der digitalen Welt“

1. Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren

1.1. Suchen und Filtern

1.1.1. Arbeits- und Suchinteressen klären und festlegen

1.1.2. Suchstrategien nutzen und weiterentwickeln

1.1.3. In verschiedenen digitalen Umgebungen suchen

1.1.4. Relevante Quellen identifizieren und zusammenführen

1.2. Auswerten und Bewerten

1.2.1. Informationen und Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten

1.2.2. Informationsquellen analysieren und kritisch bewerten

1.3. Speichern und Abrufen

1.3.2. Informationen und Daten sicher speichern, wiederfinden und von verschiedenen Orten abrufen

1.3.3. Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren

2. Kommunizieren und Kooperieren

2.1. Interagieren

2.1.1. Mit Hilfe verschiedener digitaler Kommunikationsmöglichkeiten kommunizieren

2.1.2. Digitale Kommunikationsmöglichkeiten zielgerichtet- und situationsgerecht auswählen

2.2. Teilen

2.2.1. Dateien, Informationen und Links teilen

2.2.2. Referenzierungspraxis beherrschen (Quellenangaben)

2.3. Zusammenarbeiten

2.3.1. Digitale Werkzeuge für die Zusammenarbeit bei der Zusammenführung von Informationen, Daten und Ressourcen nutzen

2.3.2. Digitale Werkzeuge bei der gemeinsamen Erarbeitung von Dokumenten nutzen

2.4. Umgangsregeln kennen und einhalten (Netiquette)

2.4.1. Verhaltensregeln bei digitaler Interaktion und Kooperation kennen und anwenden

2.4.2. Kommunikation der jeweiligen Umgebung anpassen

2.4.3. Ethische Prinzipien bei der Kommunikation kennen und berücksichtigen

2.4.4. Kulturelle Vielfalt in digitalen Umgebungen berücksichtigen

2.5. An der Gesellschaft aktiv teilhaben

2.5.1. Öffentliche und private Dienste nutzen

2.5.2. Medienerfahrungen weitergeben und in kommunikative Prozesse einbringen

2.5.3. Als selbstbestimmter Bürger aktiv an der Gesellschaft teilhaben

3. Produzieren und Präsentieren

3.1. Entwickeln und Produzieren

3.1.1. Mehrere technische Bearbeitungswerkzeuge kennen und anwenden

3.1.2. Eine Produktion planen und in verschiedenen Formaten gestalten, präsentieren, veröffentlichen oder teilen

3.2. Weiterverarbeiten und Integrieren

3.2.1. Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten, zusammenführen, präsentieren und veröffentlichen oder teilen

3.2.2. Informationen, Inhalte und vorhandene digitale Produkte weiterverarbeiten und in bestehendes Wissen integrieren

3.3. Rechtliche Vorgaben beachten

3.3.1. Bedeutung von Urheberrecht und geistigem Eigentum kennen

3.3.2. Urheber- und Nutzungsrechte (Lizenzen) bei eigenen und fremden Werken berücksichtigen

3.3.3. Persönlichkeitsrechte beachten

4. Schützen und sicher Agieren

4.1. Sicher in digitalen Umgebungen agieren

4.1.1. Risiken und Gefahren in digitalen Umgebungen kennen, reflektieren und berücksichtigen

4.1.2. Strategien zum Schutz entwickeln und anwenden

4.2. Persönliche Daten und Privatsphäre schützen

4.2.1. Maßnahmen für Datensicherheit und gegen Datenmissbrauch berücksichtigen

4.2.2. Privatsphäre in digitalen Umgebungen durch geeignete Maßnahmen schützen

4.2.3. Sicherheitseinstellungen ständig aktualisieren

4.2.4. Jugendschutz- und Verbraucherschutzmaßnahmen berücksichtigen

4.3. Gesundheit schützen

4.3.1. Suchtgefahren vermeiden, sich Selbst und andere vor möglichen Gefahren schützen

4.3.2. Digitale Technologien gesundheitsbewusst nutzen

4.3.3. Digitale Technologien für soziales Wohlergehen und Eingliederung nutzen

4.4. Natur und Umwelt schützen

4.4.1. Umweltauswirkungen digitaler Technologien berücksichtigen Problemlösen und Handeln

5. Problemlösen und Handeln

5.1. Technische Probleme lösen

5.1.1. Anforderungen an digitale Umgebungen formulieren

5.1.2. Technische Probleme identifizieren

5.1.3. Bedarfe für Lösungen ermitteln und Lösungen finden bzw. Lösungsstrategien entwickeln

5.2. Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen

5.2.1. Eine Vielzahl von digitalen Werkzeugen kennen und kreativ anwenden

- 5.2.2. Anforderungen an digitale Werkzeuge formulieren
- 5.2.3. Passende Werkzeuge zur Lösung identifizieren
- 5.2.4. Digitale Umgebungen und Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen
- 5.3. Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen
 - 5.3.1. Eigene Defizite bei der Nutzung digitaler Werkzeuge erkennen und Strategien zur Beseitigung entwickeln
 - 5.3.2. Eigene Strategien zur Problemlösung mit anderen teilen
- 5.4. Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen
 - 5.4.1. Effektive digitale Lernmöglichkeiten finden, bewerten und nutzen
 - 5.4.2. Persönliches System von vernetzten digitalen Lernressourcen selbst organisieren können
- 5.5. Algorithmen erkennen und formulieren
 - 5.5.1. Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien der digitalen Welt kennen und verstehen
 - 5.5.2. Algorithmische Strukturen in genutzten digitalen Tools erkennen und formulieren
 - 5.5.3. Eine strukturierte, algorithmische Sequenz zur Lösung eines Problems planen und verwenden
- 6. Analysieren und Reflektieren
 - 6.1. Medien analysieren und bewerten
 - 6.1.1. Gestaltungsmittel von digitalen Medienangeboten kennen und bewerten
 - 6.1.2. Interessengeleitete Setzung, Verbreitung und Dominanz von Themen in digitalen Umgebungen erkennen und beurteilen
 - 6.1.3. Wirkungen von Medien in der digitalen Welt (z. B. mediale Konstrukte, Stars, Idole, Computerspiele, mediale Gewaltdarstellungen) analysieren und konstruktiv damit umgehen
 - 6.2. Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren
 - 6.2.1. Vielfalt der digitalen Medienlandschaft kennen
 - 6.2.2. Chancen und Risiken des Mediengebrauchs in unterschiedlichen Lebensbereichen erkennen, eigenen Mediengebrauch reflektieren und ggf. modifizieren
 - 6.2.3. Vorteile und Risiken von Geschäftsaktivitäten und Services im Internet analysieren und beurteilen
 - 6.2.4. Wirtschaftliche Bedeutung der digitalen Medien und digitaler Technologien kennen und sie für eigene Geschäftsideen nutzen
 - 6.2.5. Die Bedeutung von digitalen Medien für die politische Meinungsbildung und Entscheidungsfindung kennen und nutzen
 - 6.2.6. Potenziale der Digitalisierung im Sinne sozialer Integration und sozialen Teilhabe erkennen, analysieren und reflektieren

Anhang B – Überblick über genutzte Instrumente in der vorliegenden Arbeit

- B.1 Studie I: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehramtsstudierenden**
- B.2 Studie I: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte**
- B.3 Studie II: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte**
- B.4 Studie III: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte**
- B.5 Studie IV: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte**

B.1 Studie I: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehramtsstudierenden

1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen

Suchen und Verarbeiten	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann auf Grundlage meiner Suchinteressen relevante Informationsquellen in digitalen Umgebungen identifizieren und nutzen. Ich kann Informationen und Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten. Ich kann Informationen an verschiedenen Orten speichern und diese abrufen.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,61 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

Kommunizieren und Kooperieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann mit Hilfe verschiedener digitaler Medien kommunizieren. Ich kann digitale Medien nutzen, um gemeinsam Dateien und Dokumente zu bearbeiten. Ich kenne Verhaltensregeln bei digitalen Interaktionen und Kooperationen und kann diese anwenden. Ich kann mit Hilfe digitaler Medien aktiv an der Gesellschaft teilhaben. Ich wähle digitale Medien für gezielte Kommunikationsmöglichkeiten situationsgerecht aus. Ich kann Informationen, Dateien und Links teilen. Ich kann digitale Medien nutzen, um Dateien für eine Zusammenarbeit zusammenzuführen.
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,47 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

Produzieren und Präsentieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kenne mehrere Apps und Programme und kann diese bedarfsgerecht anwenden. Ich kann Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten, zusammenführen, präsentieren und veröffentlichen oder teilen. Ich kenne die Bedeutung von Urheberrechten und geistigem Eigentum und berücksichtige diese.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,61 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

Schützen und sicher agieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kenne die Gefahren und Risiken in digitalen Umgebungen, berücksichtige und reflektiere diese. Ich kann meine Privatsphäre in digitalen Umgebungen durch geeignete Maßnahmen schützen. Ich kann digitale Technologien gesundheits- und umweltbewusst nutzen.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,67 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

Problemlösen und Handeln	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kenne eine Vielzahl digitaler Werkzeuge und kann diese bedarfsgerecht einsetzen. Ich kann digitale Umgebungen und Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen. Ich kann digitale Lernmöglichkeiten und dafür geeignete Tools identifizieren, bewerten und nutzen. Ich kann digitale Lernressourcen selbstständig organisieren. Ich kenne meine Defizite bei der Nutzung digitaler Werkzeuge und kann Strategien zur Beseitigung entwickeln. Ich kann Tools für Lernmöglichkeiten bewerten und selbstständig nutzen.
Anzahl der Items	6 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,90 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

Analysieren und Reflektieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann die Wirkung von Medien in der digitalen Welt analysieren und konstruktiv damit umgehen. Ich erkenne Chancen und Risiken des Mediengebrauchs und kann diese reflektieren. Ich kenne die Vielfalt der digitalen Medienlandschaft.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,67 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,91

2 Technologienutzung

Digitale Hardwarenutzung	
Quelle	In Anlehnung an Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Welche der unten aufgelisteten Geräte nutzen Sie regelmäßig im Studium?
Itemformulierungen	Tablets
Anzahl der Items	1 Item
Antwortformat	0 = nicht ausgewählt 1 = ausgewählt

Digitale Softwarenutzung	
Quelle	In Anlehnung an Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Welche der unten aufgelisteten digitalen Tools nutzen Sie regelmäßig im Studium?
Itemformulierungen	Wikis Lernmanagementsysteme Foren Weblogs
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	0 = nicht ausgewählt 1 = ausgewählt

B.2 Studie I: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte

1 Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen

Suchen und Verarbeiten	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann auf Grundlage meiner Suchinteressen relevante Informationsquellen in digitalen Umgebungen nutzen. Ich kann Suchstrategien im digitalen Raum nutzen. Ich kann Informationen, Informationsquellen und Daten im digitalen Raum kritisch bewerten. Ich kann digitale Informationen und Daten sicher speichern. Ich kann Informationen, die ich gespeichert habe, wiederfinden. Ich kann Informationen, die ich gespeichert habe, von verschiedenen Orten abrufen.
Anzahl der Items	6 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,60 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

Kommunizieren und Kooperieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann mit Hilfe verschiedener digitaler Medien kommunizieren. Ich kann Informationen und Dateien aus dem digitalen Raum zitieren. Ich kann digitale Medien nutzen, um gemeinsam mit anderen Dateien und Dokumente zu bearbeiten. Ich kann Verhaltensregeln bei digitalen Interaktionen und Kooperationen anwenden. Ich kann mit Hilfe digitaler Medien aktiv an der Gesellschaft teilhaben. Ich kann meine Medienerfahrungen in Interaktion mit anderen weitergeben.
Anzahl der Items	6 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,69 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

Produzieren und Präsentieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann mir bekannte Apps und Programme bedarfsgerecht anwenden. Ich kann eigene digitale Produkte in verschiedenen Formaten gestalten. Ich kann digitale Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten und zusammenführen. Ich kann digitale Inhalte in verschiedenen Formaten präsentieren.
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,81 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

Schützen und sicher agieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kenne die Gefahren und Risiken in digitalen Umgebungen und berücksichtige diese. Ich kann meine Privatsphäre in digitalen Umgebungen durch geeignete Maßnahmen schützen. Ich kann meine Sicherheitseinstellungen regelmäßig aktualisieren. Ich kann digitale Technologien gesundheits- und umweltbewusst nutzen.
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,78 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

Problemlösen und Handeln	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann digitale Werkzeuge, Tools und Plattformen bedarfsgerecht einsetzen. Ich kann digitale Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen. Ich kann digitale Lernmöglichkeiten und dafür geeignete Tools selbstständig nutzen. Ich kann digitale Lernressourcen selbstständig organisieren. Ich kann Lösungen für technische Probleme entwickeln. Ich kenne Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien des digitalen Raumes. Ich erkenne algorithmische Strukturen bei genutzten Tools.
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,94 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

Analysieren und Reflektieren	
Quelle	Entwicklung auf Grundlage der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) Publiziert in Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann die Wirkung von Medien im digitalen Raum analysieren. Ich kann eine interessen geleitete Verbreitung und die Dominanz von Themen im digitalen Raum beurteilen. Ich kann Chancen und Risiken des Mediengebrauchs für meinen eigenen Mediengebrauch reflektieren. Ich kann Vorteile von Geschäftsaktivitäten und Services im digitalen Raum analysieren. Ich kann Risiken von Geschäftsaktivitäten und Services im digitalen Raum analysieren.
Anzahl der Items	5 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega (S-Faktor) = 0,89 McDonald's Omega (G-Faktor) = 0,95

2 Technologienutzung

Digitale Hardwarenutzung	
Quelle	In Anlehnung an Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Wie häufig nutzen Sie die unten aufgelisteten Geräte im Unterricht?
Itemformulierungen	Tablets
Anzahl der Items	1 Item
Antwortformat	0 = gar nicht 1 = mehrmals im Jahr 2 = monatlich 3 = wöchentlich 4 = täglich

Digitale Softwarenutzung	
Quelle	In Anlehnung an Rubach & Lazarides (2019)
Frageformulierung	Wie häufig nutzen Sie die unten aufgelisteten Tools beziehungsweise digitalen Plattformen im Unterricht?
Itemformulierungen	Wikis Lernmanagementsysteme Foren Weblogs
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	0 = gar nicht 1 = mehrmals im Jahr 2 = monatlich 3 = wöchentlich 4 = täglich

B.3 Studie II: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte

1 Digitale Medien und Unterrichtsqualitätsdimensionen

Strukturierung	
Quelle	Adaptiert von: Rakoczy, K. & Klieme, E. (2005). <i>Befragungsinstrumente</i> (Materialien zur Bildungsforschung, Bd. 13). Frankfurt am Main: GFPPF. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-opus-31060
Frageformulierung	Wie oft kommt in Ihrem Unterricht Folgendes vor?
Itemformulierungen	Mithilfe digitaler Medien mache ich deutlich, was meine Schüler*innen sich merken sollen. Im Unterricht fasse ich mithilfe digitaler Medien das Wichtigste nochmals zusammen. Im Unterricht halten wir mithilfe digitaler Medien Rückblick auf das, was wichtig ist.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = in keiner Stunde 2 = in sehr wenigen Stunden 3 = in einigen Stunden 4 = in den meisten Stunden 5 = in jeder Stunde
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,88

Kognitive Aktivierung	
Quelle	Adaptiert von: Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2008). Students' and mathematics teachers' perceptions of teacher enthusiasm and instruction. <i>Learning and Instruction</i> , 18(5), 468–482. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008
Frageformulierung	Wie oft kommt in Ihrem Unterricht Folgendes vor?
Itemformulierungen	In meinem Unterricht bitte ich Schüler*innen darum, verschiedene Wege zur Lösung eines Problems mithilfe digitaler Medien aufzuzeigen. In meinem Unterricht bitte ich darum, dass die Schüler*innen ihre Gedankengänge mithilfe digitaler Medien gründlich erklären. In meinem Unterricht erwarte ich oft von den Schüler*innen, dass sie ihre Arbeit mithilfe digitaler Medien im Detail erklären.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = in keiner Stunde 2 = in sehr wenigen Stunden 3 = in einigen Stunden 4 = in den meisten Stunden 5 = in jeder Stunde
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,89

Konstruktive Unterstützung	
Quelle	Adaptiert von: Rakoczy, K. & Klieme, E. (2005). <i>Befragungsinstrumente</i> (Materialien zur Bildungsforschung, Bd. 13). Frankfurt am Main: GFPF. http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-opus-31060
Frageformulierung	Wie oft kommt in Ihrem Unterricht Folgendes vor?
Itemformulierungen	Im Unterricht informiere ich durch den Einsatz von digitalen Medien die Schüler*innen über deren Fortschritte. Im Unterricht bespreche ich mithilfe digitaler Medien schwierige Aufgaben mit den Schüler*innen. Durch den Einsatz von digitalen Medien sage ich den Schüler*innen, was diese verbessern können.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = in keiner Stunde 2 = in sehr wenigen Stunden 3 = in einigen Stunden 4 = in den meisten Stunden 5 = in jeder Stunde
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,82

Individualisierung	
Quelle	Adaptiert von: Clausen, M. (2002). <i>Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive? Empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität</i> . Waxmann.
Frageformulierung	Wie oft kommt in Ihrem Unterricht Folgendes vor?
Itemformulierungen	Mithilfe digitaler Medien gebe ich schnellen Schüler*innen Extraaufgaben. Mithilfe digitaler Medien variiere ich die Aufgabenstellungen, um Schüler*innen unterschiedlicher Leistungsstärke gerecht zu werden. Wenn Schüler*innen etwas nicht verstanden haben, vergebe ich gezielte Zusatzaufgaben mithilfe digitaler Medien.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = in keiner Stunde 2 = in sehr wenigen Stunden 3 = in einigen Stunden 4 = in den meisten Stunden 5 = in jeder Stunde
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,85

2 Merkmale der Schule

Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zum Einsatz digitaler Medien	
Quelle	Sundqvist, K., Korhonen, J., & Eklund, G. (2021). Predicting Finnish subject-teachers' ICT use in Home Economics based on teacher- and school-level factors. <i>Education Inquiry</i> , 12(1), 73–93. https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1778609
Frageformulierung	Bitte bewerten Sie die folgenden Rahmenbedingungen in Ihrer Schule mit Schulnoten.
Itemformulierungen	Technischer Support Medienpädagogische Unterstützung Unterstützung durch die Schulleitung (zum Einsatz digitaler Medien)
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = sehr gut 2 = gut 3 = befriedigend 4 = ausreichend 5 = mangelhaft 6 = ungenügend
Kodierung	Die Items wurden umkodiert, sodass hohe Werte eine hohe Zufriedenheit darstellen (1 = ungenügend, 2 = mangelhaft, 3 = ausreichend, 4 = befriedigend, 5 = gut, 6 = sehr gut).
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,74

Technische Schulausstattung	
Quelle	Breiter, A., Welling, S., & Stolpmann, B. E. (2010). <i>Medienkompetenz in der Schule: Integration von Medien in den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe Medienforschung der LfM: Vol. 64.</i> Vistas Verlag.
Frageformulierung	Welche Zugangsmöglichkeiten für Ihren Unterricht haben Sie zu den folgenden digitalen Medien in Ihrer Schule?
Itemformulierungen	Rechner im Unterrichtsraum Computerraum Laptop-Klassensätze Tablet-Klassensätze Mobile Präsentationseinheiten Smartboards Digitale Kameras, Fotokameras, Aufnahmegeräte
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	0 = nicht an der Schule vorhanden 1 = jederzeit Zugang im Unterricht 2 = Zugang nur nach Anmeldung und Absprache
Kodierung	Die Originalkodierung wurde in ein binäres Antwortformat rekodiert (0 = nicht an der Schule vorhanden, 1 = an der Schule vorhanden). Es wurde ein Summenscore gebildet, der die Vielfalt der an der Schule vorhandenen Endgeräte wiedergibt (Min/Max: 0/7).

3 Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht

Wichtigkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Es ist mir wichtig, dass ich als Lehrkraft digitale Medien im Unterricht einsetze. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht ist ein wichtiger Teil in meiner Rolle als Lehrkraft. Es ist für mich selbstverständlich, dass ich digitale Medien im Unterricht einsetze.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,86

Interesse am Einsatz digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Es freut mich, wenn ich Schüler*innen bei schulischen Angelegenheiten unterstützen kann, indem ich digitale Medien im Unterricht einsetze. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht macht mir Spaß. Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht interessant.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,90

Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht nützlich, um Schüler*innen in der schulischen Entwicklung zu unterstützen. Ich bin der Meinung, dass ich SchülerInnen in schulischen Fragen besser fördern kann, wenn ich digitale Medien im Unterricht einsetze. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht hat für Lehrkräfte Vorteile.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,79

Kosten des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Der Einsatz digitaler Medien kostet mich Zeit und Energie. Es kostet mich Überwindung, digitale Medien im Unterricht einzusetzen. Ich kann weniger Zeit in andere Aktivitäten investieren, um digitale Medien im Unterricht einzusetzen.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,71

4 Merkmale der Lehrkräfte

Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen	
Quelle	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. <i>Computers in Human Behavior, 115</i> , 106636. https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106636 .
Frageformulierung	Inwieweit stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?
Itemformulierungen	Ich kann Informationen, Informationsquellen und Daten im digitalen Raum kritisch bewerten. Ich kann Verhaltensregeln bei digitalen Interaktionen und Kooperationen anwenden. Ich kann digitale Inhalte in verschiedenen Formaten präsentieren. Ich kenne die Gefahren und Risiken in digitalen Umgebungen und berücksichtige diese. Ich kann digitale Werkzeuge, Tools und Plattformen bedarfsgerecht einsetzen. Ich kenne Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien des digitalen Raumes. Ich kann die Wirkung von Medien im digitalen Raum analysieren.
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,87

Geschlecht	
Frageformulierung	Welches Geschlecht haben Sie?
Antwortformat	0 = weiblich 1 = männlich

Berufserfahrung	
Frage	Seit wie vielen Jahren arbeiten Sie bereits als Lehrkraft?
Antwortformat	Offene Texteingabe

Schulform	
Frageformulierung	An welcher Schulform unterrichten Sie?
Antwortformat	0 = weitere Schulformen der Sekundarstufe I+II 1 = Gymnasium
Kodierung	Die Antwortoptionen <i>Schule der Sekundarstufe I</i> , <i>Schule der Sekundarstufe I+II</i> und <i>Gymnasium</i> wurden zu <i>Schule der Sekundarstufe</i> zusammengefasst.

**B.4 Studie III: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehramtsstudierenden,
Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte**

1 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen

Administration und Weiterbildung	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...digitale Medien zu nutzen, um als Lehrkraft die organisatorische Kommunikation mit anderen (z.B. Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) zu verbessern? ...digitale Medien zu nutzen, um mit anderen Lehrkräften zusammenzuarbeiten (z.B. Erfahrungen und Materialien austauschen)? ...digitale Medien für Ihre berufliche Weiterbildung zu nutzen? ...selbstständig digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu erstellen? ...vorhandene digitale Lehr- und Lernressourcen an Ihre berufsbezogenen Bedürfnisse als Lehrkraft anzupassen? ...relevante digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu organisieren (z.B. in Ordnern/Unterordnern auf einem Endgerät thematisch sortiert speichern)? ...anderen Akteur*innen in der Schule (Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) digitale Lehr- und Lernressourcen zur Verfügung zu stellen?
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,90

Unterrichtsplanung	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...den Einsatz digitaler Medien in Ihrem Unterricht mit Hinblick auf den didaktisch sinnvollen Einsatz zu reflektieren und selbstkritisch zu beurteilen? ...für Ihren Unterricht geeignete digitale Lehr- und Lernressourcen auszuwählen? ...den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht didaktisch sinnvoll zu planen und zu gestalten? ...Unterrichtsmethoden mit Hilfe digitaler Medien angemessen im Unterricht umzusetzen?
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,90

Subskala Lehren und Unterstützung von Schüler*innen	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...digitale Medien zu nutzen, um die Interaktion mit Schüler*innen im Unterricht zu verbessern? ...digitale Medien zu nutzen, um Schüler*innen im Unterricht gezielt Beratung und Unterstützung anzubieten? ...digitale Medien zu nutzen, um kollaborative Lernstrategien und -prozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu fördern? ...digitale Technologien zu nutzen, um selbstgesteuerte Lernprozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu unterstützen?
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,90

Evaluation	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...digitale Medien im Unterricht zur Lernkontrolle und Leistungsbeurteilung zu verwenden? ...mit Hilfe digitaler Medien vielfältige Prüfungsformate im Unterricht einzusetzen? ...digitale Informationen zu Lernverhalten, Leistung und Lernfortschritt von Schüler*innen im Unterricht zu erheben und kritisch zu analysieren? (...digitale Medien zu nutzen, um Schüler*innen im Unterricht gezielt und zeitnah Feedback zu geben?) (...Ihre Unterrichtsstrategien auf Basis der digitalen Informationen zu Lernverhalten, Leistung und Lernfortschritt der Schüler*innen anzupassen?)
Anzahl der Items	3 Items (2 Items wurden im Zuge der Analysen ausgeschlossen)
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,88

Schüler*innenorientierung	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...zu gewährleisten, dass alle Schüler*innen (auch solche mit besonderen Bedürfnissen) Zugang zu den im Unterricht eingesetzten digitalen Medien und Lernaktivitäten haben? ...Vorkenntnisse und Fähigkeiten von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Medien im Unterricht zu berücksichtigen? ...Schüler*innen mit Hilfe digitaler Medien zu ermöglichen, im Unterricht ihr individuelles Lernziel in ihrem jeweils eigenen Tempo zu erreichen? ...digitale Medien zu nutzen, um die Auseinandersetzung von Schüler*innen mit einem Thema im Unterricht zu fördern? ...digitale Medien zu nutzen, um im Unterricht reale, lebensweltbezogene Lernkontexte zu schaffen?
Anzahl der Items	5 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,88

Förderung der digitalen Kompetenz der Schüler*innen	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen digitale Medien zur Suche von Informationen nutzen? ...Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Informationen aus digitalen Medien kritisch bewerten können? ...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, durch die Schüler*innen lernen, digitale Medien verantwortungsbewusst zur Kommunikation und Zusammenarbeit zu nutzen? ...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen selbst digitale Inhalte in verschiedenen Formaten (z.B. Videos, Präsentationen) erstellen? (...Maßnahmen zu ergreifen, um das physische, psychische und soziale Wohlergehen von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Medien zu gewährleisten?) (...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen technische Probleme identifizieren und lösen?)
Anzahl der Items	4 Items (2 Items wurden im Zuge der Analysen ausgeschlossen)
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,87

Datenschutz und Urheberrecht	
Quelle	In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierungen	Lehramtsstudierende: Wie kompetent fühlen Sie sich in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit darin, ... Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräfte: Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...Datenschutz- und Urheberrechtsbestimmungen im berufsbezogenen Kontext korrekt anzuwenden? ...Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Lizenz- und Urheberrechtsbestimmungen bei der Erstellung digitaler Inhalte berücksichtigen?
Anzahl der Items	2 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,80

A.5 Studie IV: Instrumente aus dem Fragebogen der Lehrkräfte

1 Berufsbezogene digitale Kompetenzüberzeugungen

Administration und Weiterbildung	
Quelle	<p>Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i>. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663</p> <p>In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i>. Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf</p>
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	<p>...digitale Medien zu nutzen, um als Lehrkraft die organisatorische Kommunikation mit anderen (z.B. Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) zu verbessern?</p> <p>...digitale Medien zu nutzen, um mit anderen Lehrkräften zusammenzuarbeiten (z.B. Erfahrungen und Materialien austauschen)?</p> <p>...digitale Medien für Ihre berufliche Weiterbildung zu nutzen?</p> <p>...selbstständig digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu erstellen?</p> <p>...vorhandene digitale Lehr- und Lernressourcen an Ihre berufsbezogenen Bedürfnisse als Lehrkraft anzupassen?</p> <p>...relevante digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu organisieren (z.B. in Ordnern/Unterordnern auf einem Endgerät thematisch sortiert speichern)?</p> <p>...anderen Akteur*innen in der Schule (Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) digitale Lehr- und Lernressourcen zur Verfügung zu stellen?</p>
Anzahl der Items	7 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,92

Unterrichtsplanung	
Quelle	Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i> . Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663 In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...den Einsatz digitaler Medien in Ihrem Unterricht mit Hinblick auf den didaktisch sinnvollen Einsatz zu reflektieren und selbstkritisch zu beurteilen? ...für Ihren Unterricht geeignete digitale Lehr- und Lernressourcen auszuwählen? ...den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht didaktisch sinnvoll zu planen und zu gestalten? ...Unterrichtsmethoden mit Hilfe digitaler Medien angemessen im Unterricht umzusetzen?
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,91

Lehren und Unterstützung von Schüler*innen	
Quelle	Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i> . Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663 In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...digitale Medien zu nutzen, um die Interaktion mit Schüler*innen im Unterricht zu verbessern? ...digitale Medien zu nutzen, um Schüler*innen im Unterricht gezielt Beratung und Unterstützung anzubieten? ...digitale Medien zu nutzen, um kollaborative Lernstrategien und -prozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu fördern? ...digitale Technologien zu nutzen, um selbstgesteuerte Lernprozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu unterstützen?
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,92

Evaluation	
Quelle	<p>Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i>. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663</p> <p>In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i>. Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf</p>
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	<p>...digitale Medien im Unterricht zur Lernkontrolle und Leistungsbeurteilung zu verwenden?</p> <p>...mit Hilfe digitaler Medien vielfältige Prüfungsformate im Unterricht einzusetzen?</p> <p>...digitale Informationen zu Lernverhalten, Leistung und Lernfortschritt von Schüler*innen im Unterricht zu erheben und kritisch zu analysieren?</p>
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	<p>1 = gar nicht kompetent</p> <p>5 = sehr kompetent</p> <p>-9 = kann ich nicht beantworten</p>
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,89

Schüler*innenorientierung	
Quelle	<p>Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i>. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663</p> <p>In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i>. Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf</p>
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	<p>...zu gewährleisten, dass alle Schüler*innen (auch solche mit besonderen Bedürfnissen) Zugang zu den im Unterricht eingesetzten digitalen Medien und Lernaktivitäten haben?</p> <p>...Vorkenntnisse und Fähigkeiten von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Medien im Unterricht zu berücksichtigen?</p> <p>...Schüler*innen mit Hilfe digitaler Medien zu ermöglichen, im Unterricht ihr individuelles Lernziel in ihrem jeweils eigenen Tempo zu erreichen?</p> <p>...digitale Medien zu nutzen, um die Auseinandersetzung von Schüler*innen mit einem Thema im Unterricht zu fördern?</p> <p>...digitale Medien zu nutzen, um im Unterricht reale, lebensweltbezogene Lernkontexte zu schaffen?</p>
Anzahl der Items	5 Items
Antwortformat	<p>1 = gar nicht kompetent</p> <p>5 = sehr kompetent</p> <p>-9 = kann ich nicht beantworten</p>
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,89

Förderung der digitalen Kompetenz der Schüler*innen	
Quelle	Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i> . Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663 In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen digitale Medien zur Suche von Informationen nutzen? ...Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Informationen aus digitalen Medien kritisch bewerten können? ...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, durch die Schüler*innen lernen, digitale Medien verantwortungsbewusst zur Kommunikation und Zusammenarbeit zu nutzen? ...Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen selbst digitale Inhalte in verschiedenen Formaten (z.B. Videos, Präsentationen) erstellen?
Anzahl der Items	4 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,88

Datenschutz und Urheberrecht	
Quelle	Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. <i>European Journal of Teacher Education</i> . Advance online publication. https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663 In Anlehnung an: Redecker, C. & Punie, Y. (2017). <i>Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu</i> . Übersetzung: Goethe-Institut e.V., 2019. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf
Frageformulierung	Wie kompetent fühlen Sie sich darin, ...
Itemformulierungen	...Datenschutz- und Urheberrechtsbestimmungen im berufsbezogenen Kontext korrekt anzuwenden? ...Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Lizenz- und Urheberrechtsbestimmungen bei der Erstellung digitaler Inhalte berücksichtigen?
Anzahl der Items	2 Items
Antwortformat	1 = gar nicht kompetent 5 = sehr kompetent -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,82

2 Persönliche Merkmale der Lehrkräfte

Alter	
Frageformulierung	Wie alt sind Sie?
Antwortformat	Offene Texteingabe

Geschlecht	
Frageformulierung	Welches Geschlecht haben Sie?
Antwortformat	1 = weiblich 2 = männlich 3 = divers -9 = nicht beantwortet
Kodierung	Da die Antwortoption <i>divers</i> von keinem Teilnehmenden ausgewählt wurde, wurden die Antworten in ein binäres Format (0 = männlich, 1 = weiblich) rekodiert.

3 Wertüberzeugungen der Lehrkräfte

Interesse am Einsatz digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht faszinierend. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht macht mir Spaß. Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht interessant.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,91

Nützlichkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht	
Quelle	Adaptiert von: Rubach, C. & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. <i>Zeitschrift für Bildungsforschung</i> , 9(3), 345–374. https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0 In Anlehnung an: Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of Achievement-Related Choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), <i>Handbook of Competence and Motivation</i> . Guilford Press.
Frageformulierung	Inwieweit treffen die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht und die Unterrichtsvorbereitung zu?
Itemformulierungen	Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht nützlich, um Schüler*innen zu fördern. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht hilft mir, meine Ziele im Unterricht zu erreichen. Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht hat Vorteile für meinen beruflichen Alltag.
Anzahl der Items	3 Items
Antwortformat	1 = stimme gar nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = teils/teils 4 = stimme eher zu 5 = stimme voll und ganz zu -9 = kann ich nicht beantworten
Reliabilität	McDonald's Omega = 0,86

4 Merkmale der Schule

Schulform	
Frageformulierung	An welcher Schulform unterrichten Sie?
Itemformulierungen	Grundschule Schule der Sekundarstufe I Schule der Sekundarstufe I+II Gymnasium
Antwortformat	1 = nicht gewählt 2 = ausgewählt
Kodierung	Die Antwortoptionen <i>Schule der Sekundarstufe I</i> , <i>Schule der Sekundarstufe I+II</i> und <i>Gymnasium</i> wurden zu <i>Schule der Sekundarstufe</i> zusammengefasst.

Vielfalt der technischen Schulausstattung	
Quelle	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. <i>Computers in Human Behavior</i> , 118, 106636. https://doi.org/10.1016/J.CHB.2020.106636 In Anlehnung an: Breiter, A., Welling, S., & Stolpmann, B. E. (2010). <i>Medienkompetenz in der Schule: Integration von Medien in den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe Medienforschung der LfM: Vol. 64.</i> Vistas Verlag.
Frageformulierung	Welche Zugangsmöglichkeiten für Ihren Unterricht haben Sie zu den folgenden digitalen Medien in Ihrer Schule?
Itemformulierungen	Stationäre Computer Laptop-Klassensätze Tablet-Klassensätze Beamer Interaktive Whiteboards (Smartboards) Digitale Kameras, Aufnahmegeräte WLAN
Antwortformat	1 = Zugang jederzeit im Unterricht 2 = Zugang nur nach Anmeldung/Absprache 3 = an unserer Schule nicht vorhanden
Kodierung	Die Originalkodierung wurde in ein binäres Antwortformat rekodiert (0 = nicht an der Schule vorhanden, 1 = an der Schule vorhanden). Es wurde ein Summenscore gebildet, der die Vielfalt der an der Schule vorhandenen Endgeräte wiedergibt (Min/Max: 0/7).

Anhang C – Studie I

Rubach, C., Quast, J., Porsch, R., & Arndt, M. (2024). Exploring the link between basic ICT competence beliefs and technology use for student teachers and teachers: A use of bifactor exploratory structural equation models. *Unterrichtswissenschaft*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00188-9>

Eigener Anteil an der Forschungsarbeit (nach CRediT Klassifizierung):

- Formale Analysen
- Schreiben – Vorbereitung des Originalentwurfs
- Schreiben – Überprüfung und Bearbeitung

Zusammenfassung der Studie (Deutsch):

Grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen bestehen aus einer Reihe von Kompetenzdimensionen, einschließlich *Kommunizieren und Kollaborieren* und *Schützen und sicher Agieren*. Unklar ist jedoch, ob sich (angehende) Lehrkräfte insgesamt kompetent im Umgang mit digitalen Technologien fühlen müssen oder ob es für die Nutzung digitaler Technologien ausreicht sich in bestimmten Kompetenzdimensionen kompetent zu fühlen. Die vorliegende Studie befasste sich mit dieser Forschungslücke und untersuchte a) grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen und den Technologieeinsatz in verschiedenen Phasen der Lehrkräftebildung sowie b) den Zusammenhang zwischen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen und verschiedener genutzter Hardware und Software. Die Daten von 338 Lehrkräften und 343 Lehramtsstudierenden aus Deutschland wurden mittels bifaktorieller explorativer Strukturgleichungsmodelle analysiert. Diese Modelle erlauben es, gleichzeitig globale grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (G-Faktor) und spezifische grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen (S-Faktoren) zu berücksichtigen. Die Untersuchung ergab, dass Lehrkräfte im Durchschnitt höhere grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen berichteten als Lehramtsstudierende. Sowohl bei Lehramtsstudierenden als auch bei Lehrkräften war die Nutzung von Wikis und Foren mit höheren globalen grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen verbunden. Die Nutzung von Lernmanagementsystemen war mit den grundlegenden digitalen Kompetenzüberzeugungen in den Kompetenzdimensionen *Schützen und sicher Agieren* sowie *Problemlösen* verbunden. Die Studie hat darüber hinaus auch einzigartige Zusammenhänge in beiden Gruppen festgestellt: Bei Lehrkräften hing die Nutzung von Wikis und Weblogs mit höheren globalen grundlegenden Kompetenzüberzeugungen zusammen. Wir können, für verschiedene Phasen der Lehrkräftebildung, die Notwendigkeit betonen, grundlegende digitale Kompetenzüberzeugungen zu fördern, um Lehrkräfte bei der digitalen Transformation zu unterstützen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass sich unsere Analysen nur auf die Nutzung bestimmter Hardware und Software konzentrierte; außerdem sind Replikationen der Ergebnisse erforderlich.



Exploring the link between basic ICT competence beliefs and technology use for student teachers and teachers: A use of bifactor exploratory structural equation models

Charlott Rubach · Jennifer Quast · Raphaela Porsch ·
Mona Arndt

Received: 27 April 2023 / Revised: 4 November 2023 / Accepted: 15 November 2023 / Published online:
3 January 2024
© The Author(s) 2023

Abstract Basic ICT competence beliefs consist of a range of competence dimensions, including communication and collaboration and safety and security. Yet, unclear is if (student) teachers need to overall feel competence in using technology, or is feeling competent in specific competence dimensions sufficient for the use of technology. This study addressed this research lack and examined (a) basic ICT competence beliefs and technology use in different stages of teacher education and (b) the association between basic ICT competence beliefs and various hardware and software used. Data included 338 teachers and 343 student teachers from Germany and were analyzed using bifactor exploratory structural equation models. These models allow us to simultaneously account for general basic ICT competence beliefs (G-Factor) and specific basic ICT competence beliefs (S-Factors). The study found that teachers, on average, reported higher basic ICT competence beliefs than student teachers. For both student teachers and teachers, the use of wikis and forum was linked to higher general ICT competence beliefs. The use of LMS was linked to basic ICT competence beliefs in safety and security and problem solving. The study also identified unique links in both groups, such as wiki and weblog use being linked to higher general ICT competence beliefs for teachers. In various teacher education phases, we can emphasize the need to promote basic ICT competence beliefs to empower teachers in the digital transformation. By interpreting these results, however, it should be noted that our analysis only focused on utilizing particular hardware and software; replications of findings are also needed.

✉ Charlott Rubach · Mona Arndt

Department of Education, Institute of School Pedagogy and Educational Sciences, University of Rostock, August-Bebel-Str. 28, 18055 Rostock, Germany
E-Mail: charlott.rubach@uni-rostock.de

Jennifer Quast · Raphaela Porsch

Faculty of Humanities, Department I: Education, Vocation and Media, University of Magdeburg, Zschokkestraße 32, 39104 Magdeburg, Germany

Keywords Basic ICT competence beliefs · Teachers · Student teachers · Hardware · Software

The use of hardware (e.g., tablets) and software (e.g., weblogs) can positively impact students' academic development, e.g., their performance, engagement, skills to reflect their learning processes, and self-regulated learning (Li et al. 2020; Sung et al. 2016). For such results to be achieved, teachers are encouraged to implement technology in class in a way that is appropriate to their class goals. It is undisputed that teachers need the knowledge, skills, and motivational beliefs to integrate technology effectively into their teaching practices (Knezek and Christensen 2016). Among other aspects, motivational beliefs refer to goal orientation, competence beliefs, and subjective task values (Muenks et al. 2018). Teacher motivational beliefs regarding perceived competence for technology use are distinguished into basic and pedagogical ICT competence beliefs (Krumsvik 2011; Rubach and Lazarides 2023). Several dimensions were identified for basic ICT competence beliefs (Rubach and Lazarides 2023; Schauffel et al. 2021; Ulfert-Blank and Schmidt 2022). Unclear is whether (student) teachers' basic ICT competence beliefs are linked to operating technology and in which competence dimensions they must feel competent to utilize particular hardware and software. The present study thus investigated whether general or specific basic ICT competence beliefs are associated with using hardware and software, focusing on tablets, forums, wikis, weblogs, and learning management systems (LMS). The uniqueness of this study lies in investigating links for student teachers and teachers. Although only cross-sectional associations could be analyzed in this study, such results are essential for teacher education to know the link between competence beliefs and hardware and software use as it can help identify the key areas where motivation is needed to operate technology. A deep understanding of these links can impact education reforms and help select content for teacher education programs and, thus, help appropriately prepare future teachers for their profession.

1 Theoretical and empirical background

1.1 Basic ICT competence beliefs

Teachers' competence beliefs are one aspect of motivational orientation and drive how teachers behave in their profession (Tschannen-Moran and Hoy 2001). Competence beliefs refer to skills and knowledge that one attributes to him/her/themselves in a particular activity, in a domain, or in comparison to other domains and people (Muenks et al. 2018). Competence beliefs in information communication technology (ICT) are generally distinguished into basic and professional ICT competence beliefs (Krumsvik 2011; Rubach and Lazarides 2023). Basic ICT competence beliefs refer to perceived skills and knowledge to apply technology in daily use, independent of professional affiliations (Rubach and Lazarides 2023). In comparison, professional ICT competence beliefs refer to perceived own skills and knowledge in professions

and thus to skills and knowledge needed to fulfill professional tasks. The assumption remains that teachers benefit from competence in areas like preparing teaching using technology and teaching with and about technology (Quast et al. 2023; Redecker 2017; Scheiter 2021). However, basic ICT competence beliefs are the foundation for their professional ICT competence beliefs. Basic competence beliefs need to be developed before operating and adapting technology in professional settings as they help to understand the potential and risks of technology in a professional context (Krumsvik 2011; Mishra and Koehler 2006; Rubach and Lazarides 2023). Matching this argument, studies have indicated that teachers who do not follow and understand current technology development do not see technology's potential for their profession, thus having limited ideas on integrating technology in class (Minsheu and Anderson 2015).

Basic ICT competence beliefs are distinguished into multiple competence dimensions across frameworks: operating hardware and software; information and data literacy; communication and collaboration; digital content creation; safety and security and problem solving; and lastly, analyzing and reflecting (Law et al. 2018; Rubach and Lazarides 2021, 2023; Vuorikari et al. 2016). We describe these basic competence dimensions in further detail in the following. *Operating hardware and software* applies to knowledge, motivational beliefs and skills to know, identify, and operate the functions and features of various hardware and software (Law et al. 2018). *Information and data literacy* refers to knowledge and skills to search for, access, filter, and manage data, content, and information, and also evaluate the credibility and reliability of sources providing data, content, and information (Vuorikari et al. 2016; Law et al. 2018). *Communication and collaboration* contain knowledge, motivational beliefs and skills to use technology to asynchronously and synchronously communicate and collaborate with others, hereby consider netiquette and ethical principles, and participate and engage in society within digital environments (Law et al. 2018; Siddiq et al. 2016; Vuorikari et al. 2016). *Problem solving* ranges from knowledge, motivational beliefs and skills to identify and solve technical challenges, identify needs and find appropriate technical answers, identify one's competence lacks and improve ICT competence, and possess knowledge and skills in computational thinking (Law et al. 2018; Siddiq et al. 2016; Vuorikari et al. 2016). *Safety and security* refer to knowledge, motivational beliefs and skills to protect devices, privacy, and health and apply environmentally sound strategies to control and reduce the negative impact (Law et al. 2018; Vuorikari et al. 2016). *Digital content creation* ranges from knowledge, motivational beliefs and skills to develop content, integrate and re-elaborate data and content in digital environments, apply strategies for copyright and licenses, and have knowledge about and skills to program (Law et al. 2018; Vuorikari et al. 2016). Finally, *analyzing and reflecting* contain knowledge, motivational beliefs and skills to analyze and reflect on the distribution and risk of data, content, and information, focusing on business activities (Rubach and Lazarides 2021).

Teachers need basic ICT competence beliefs in these dimensions to teach with and about technology and use technology as a learning resource, thus learning from and with technology (Guggemos and Seufert 2021; Krumsvik 2014). To apply these activities using the variety of technology available, several assumptions exist

on which competence dimensions might be relevant. Guided by the TPCK model (Mishra and Koehler 2006), no particular competence dimensions but general competence beliefs across all competence dimensions matter to use technology. From a statistical perspective, such an assumption would be tested with models using one-factor models, higher-order factor models, or bifactor models (e.g., Scherer et al. 2017). Another perspective lies in the assumption that particular behavior needs particular competence beliefs, i.e., teaching about fake news makes it mandatory for teachers to feel competent in the competence dimensions of *information and data literacy* and *analyzing and reflecting* (Rubach and Lazarides 2021). Here, the question on the construct validity, e.g., the dimensionality of the content to be measured, becomes apparent, as well as the significance of predictive validity, i.e., the variable to be explained with basic ICT competence beliefs (cf. Taber 2018). From a statistical perspective, such assumptions would be modeled by separate interrelated latent factors using, for example, CFA models (e.g., Rubach and Lazarides 2021). Multiple studies already supported the distinct nature of basic ICT competence beliefs in several competence dimensions across countries and groups (see Korukluoğlu et al. 2023; Rubach and Lazarides 2021, 2023; Schauffel et al. 2021). Two areas for improvement in the existing literature on modeling basic ICT competence beliefs become apparent. First, to our knowledge, no study investigated whether general basic ICT competence beliefs or competence beliefs in specific competence dimensions are linked to technology use. Second, previous studies have faced the challenge of shared variance across items, thus cross-loading across multiple factors. One strategy is excluding items, which also means excluding theoretically described parts of basic ICT competence (see Rubach and Lazarides 2021). One solution is to use exploratory structural equation models and thus allow cross-loading across theoretically defined factors (Morin et al. 2020). This approach has been applied by Schauffel et al. (2021) for investigating basic ICT competence beliefs, but not for teachers or student teachers. The current study aims to fill this lack.

1.2 Different stages, different associations? A look at student teachers and teachers

The educational systems for teachers differ worldwide (Craig 2016) and even within countries. The German system, i.e., teacher education, complements three phases, i.e., university studies (phase 1), practical training (phase 2), and on-the-job training in schools (phase 3) (Bernholt et al. 2023; Gröschner and de Zordo 2022). The heterogeneity of the system is evident in, for example, the length, the structure and the degrees to earn across the federal states in Germany (Bauer et al. 2012). These circumstances hamper the comparability of experiences across phases and individuals (Bauer 2012). However, an understanding of the experiences or circumstances of teachers in various phases helps empirical educational research and the teacher education system to get an evidence-based understanding of needs.

Alongside these differences in the teacher training system, there are also commonalities at different levels. At the level of individual development, one commonality lies in some psychological processes. One example is that beliefs about one's knowledge and skills determine how the person behaves (Eccles and Wigfield 2020).

For basic ICT competence beliefs, links with various hardware and software were demonstrated for teachers and student teachers (Rubach and Lazarides 2019, 2021; Johnson and Koßmann 2022; Pozas and Letzel 2021). Student teachers and teachers have often been studied separately, and to our best knowledge, the investigations in both samples vary in the instruments used. In the following, we will elaborate on existing findings on student teachers' and teachers' basic ICT competence beliefs and their link to technology use. Previous studies have come to contradictory conclusions on student teachers' and teachers' competence beliefs in using ICT. On the one hand, student teachers reported less effort using technology and thus higher basic ICT competence beliefs compared to teachers (Saltan and Arslan 2017; Teo 2015; Turgut 2017). On the other hand, scholars also have found no difference in basic ICT competence beliefs in various competence dimensions between student teachers and teachers (Aygun and Ilhan 2020; Yang et al. 2022). Focusing on the order from the highest to the lowest perceived competence dimensions, both groups reported their highest competence beliefs in *communication and collaboration*, *digital content creation*, and *information and data literacy* (Rubach and Lazarides 2019, 2021). Differences in rank orders between student teachers and teachers, however, have not been proven statistically. Generating such knowledge might help teacher education identify teachers' needs in all phases of their professional development in the context of digitization.

Another question is how student teachers and teachers use technologies in different phases. When it comes to technology use, different approaches exist that capture the technology use of student teachers and teachers: Some scholars have investigated the (frequent) use of hardware and software, whereas others have focused on the activities executed by using technologies (Rubach and Lazarides 2019, 2021; Backfisch et al. 2021; Drossel et al. 2019; Lohr et al. 2021; Martin et al. 2020; Quast et al. 2021; Troxler and Schiefner-Rohs 2023). All these approaches had their significance in answering particular research questions, for example, on the technology used in class, the frequent use of technology, or the didactic potentials of technology use. In this study, we are interested in the extent to which student teachers and teachers use hardware and software, thus, we focus on something other than particular activities. In the study, we ask what (student) teachers need in order to use certain hardware and software in their everyday work or studies. Our approach has advantages for the intended study: First, we aimed to understand what technology is used in different stages of teachers' professional development and second, we examined various hardware and software to understand the link to general and specific basic ICT competence beliefs with hardware and software use. As discussed above, we need to consider that student teachers and teachers are in somewhat different settings and roles, which can impact the compulsory use of technology. However, previous studies have indicated similarities, i.e., that teachers use technology relatively rarely in international comparison (Drossel et al. 2019) and that many universities lack a compulsory teaching unit about digital media in their curricula (Bernholt et al. 2023). There is a research gap investigating the use of technology in different stages of teachers' professional development, which will be addressed in the current paper.

Lastly, the link between basic ICT competence beliefs and technology use will be investigated in different stages of teachers' professional development. Theoretically

assumed are the associations between general basic ICT competence beliefs and specific competence dimensions and various technology use and behavior (Knezek and Christensen 2016; Davis 1989; Mishra and Koehler 2006; Sailer et al. 2021; Venkatesh et al. 2003). Schaufffel et al. (2021), for example, found that general basic ICT competence beliefs are related to the use of the internet, spreadsheets and text programs, e-mails, and video tools. These scholars also indicated that competence beliefs in specific competence dimensions are linked to particular technology use. These results do not focus on (student) teachers. For teachers, we have hints of diverse correlation patterns between basic ICT competence beliefs and technology use. For example, prior studies found that teachers' general basic ICT competence beliefs were related to computer use in class (Chiu and Wang 2008) and various teaching strategies which require different technology (Lomos et al. 2023). For student teachers, general basic ICT competence beliefs were related to device use for private and study purposes (Johnson and Koßmann 2022; Pozas and Letzel 2021). Also, for student teachers, Rubach and Lazarides (2019) indicated that hardware use for study purposes was related to basic ICT competence beliefs in *communication and collaboration*, *information and data literacy*, and *analyzing and reflecting*. In contrast, using software was related to basic ICT competence beliefs in *digital content creation*. However, it is unclear how the combination of basic ICT competence beliefs operates in using different hardware and software in different phases of teacher education.

In summary, mixed results exist on how competent student teachers and teachers feel in using technology and if particular hardware and software is used in different stages of teachers' professional development. Furthermore, as student teachers and teachers are in somewhat different situations using technology, basic ICT competence beliefs might be differently linked to hardware and software operations.

1.3 Hardware and software use and its relation to basic ICT competence beliefs: An overview of empirical evidence

This study focused on links between basic ICT competence beliefs, hardware use (tablets), and software use (weblogs, forums, wikis, LMS). These software are Web 2.0 tools designed to improve opportunities to communicate, share knowledge, and collaboratively work on content (Kale 2014) and thus are opportunities for educational purposes (Solomon and Schrum 2007). Investigated hardware and software enables, for example, to organize, structure and apply student-centered teaching approaches and, thus, higher self-regulated learning phases (e.g., Rubach and Bonanati 2022). The use of hardware and software also can have other advantages for teaching, for example, to structure and present content and material, make material more easily accessible, create more activating and creative tasks, have new ways to communicate with student, and analyze and monitor students' progress and provide feedback to them, e.g., using audio (e.g., Rubach and Bonanati 2022; Scheiter 2021). Lastly, the use of hardware and software provides the opportunity to foster students' digital competence. As described below, these hardware and software have various functions that might be related to basic ICT competence beliefs and specific competence dimensions. In the following, we will describe each inves-

tigated hardware and software to draw hypotheses on links with general and specific basic ICT competence beliefs.

Tablets Tablets are one opportunity to enable mobile learning in class (Aufenanger 2017). The advantages of integrating tablets in class are increased mobility and that tablets serve multiple functions, e.g., access to numerous educational and multimedia apps, cameras, internet, microphones, and speakers (Ifenthaler and Schweinbenz 2013; Kim et al. 2019; Tillmann and Antony 2018). Teachers thus can use tablets to find, create and adapt learning environments and resources based on their learning objectives and needs, as well as save, share, and present information and materials, but also provide technology training to their students (Blackwell 2013; Chen and Sager 2011; Ifenthaler and Schweinbenz 2013). Besides various teaching opportunities, teachers have reported challenges restricting their intention to use tablets, i.e., the unreliability of technology, technical difficulty and glitches, and updating devices (Blackwell 2013; Ifenthaler and Schweinbenz 2013). Dealing with the complexity of the functions of tablets and the challenges of using tablets might require a whole set of basic ICT competence beliefs.

Forums Forums offer one-to-many communication by posting content and also responding to others' messages (Kiyici 2010). The architecture of forums is divided into subjects or themes, sub-forums, and topics (threads), which are sorted to the entrance of posts by date and time from the oldest to the newest (Biriya and Emmah 2014; Kiyici 2010). In educational settings, forums can be used to initiate discussions and thus start collaborations by quickly seeking, obtaining, and providing information (Biriya and Emmah 2014; Naqvi 2012). For class, teacher thus can enable discussion and provide different perspectives on content taught to their students and also help students to understand digital architecture and how communication on topics can happen. Biriya and Thomas (2014) pointed to the opportunity to use forums to receive feedback on messages and thus cognitively engage in topics. Thus, forums use might require competence beliefs in *communication and collaboration* and *information and data literacy*.

Weblogs A weblog (abbreviation: blog) is a website supporting one-to-many communication processes (Kiyici 2010; Wagner 2004). A weblog functions as a diary publishing text, pictures, audio and video files, or hyperlink content, with the addition that the writer can allow others to comment on blog posts (Rubio et al. 2010). Blog posts are ordered from the newest to the oldest, and can be further categorized into themes. In educational settings, weblogs can quickly publish and share opinions and emotions, thus supporting self-expression and social interaction (Deng and Yuen 2011; Kahraman 2021; Petko et al. 2017; Yang and Chang 2012). In class, teacher can use weblogs to help students to write and publish text and reflect on their knowledge and as with forums and tablets, to support students' digital competence, i.e., their competence in communicating and collaborating online. Tsai and Tsai (2003) summarized that weblog use involves searching and filtering information. Furthermore, weblog posting is linked to reflective thinking and basic ICT competence in operating the hosting website (Cirak Kurt and Yildirim 2021). Thus,

applying weblogs might require teachers' general basic ICT competence beliefs but particular competence beliefs in *communication and collaborating*, *digital content creation*, and *information and data literacy*.

Wikis A wiki was designed to share knowledge collaboratively by writing, editing, adding, restructuring, and deleting new or published content (West and West 2009). Also, wikis are used as an information source (Drossel et al. 2019). Thus, wikis support many-to-many communication and are often associated with the feature of an encyclopedia (Wagner 2004). Every user has access to wikis and therefore can edit the content. In educational settings, wikis can be used for website creation, data collection, collaborative writing, peer-reviewing, presenting and sharing knowledge, and conducting discussions (Parker and Chao 2007; Ollesch et al. 2021). Scholars have summarized that wiki use requires multiple skills and competence beliefs, e.g., to administer websites, collaboratively create and edit texts, share knowledge and hyperlink sources, filter knowledge, and also evaluate the quality of content and information sources (Biasutti and EL-Deghaidy 2012; Wagner 2004). Also, competence beliefs in *problem solving* might be important as Jones (2010) argued that technical problems are a source of frustration for students using wikis which need to be solved by teachers. However, this result by Jones (2010) might also apply to other hardware and software use in class.

Learning management systems LMS are mostly used to create, manage, and deliver material (Turnbull et al. 2021). In educational settings, LMS can be used to provide material and tasks for in-person and distant learning, allow to create and customize the system, make announcements and communicate with students, collect and manage data, enable participating and collaborative processes, and share data, files, and information (Avgeriou et al. 2003; Rubach and Bonanati 2022). Thus, teachers need multiple skills and thus competence beliefs in *digital content creation*, *communication and collaboration*, *problem solving*, and *information and data literacy* (Avgeriou et al. 2003; Prior et al. 2016). As LMS provides many educational features, it can be assumed that teachers need general basic ICT competence beliefs.

In summary, hardware and software have a multitude of functions. This variety of functions must be considered when examining the correlations with basic ICT competence beliefs. For tablets, for example, it can be assumed that, due to the diversity of functionality shown, this correlates with general basic ICT competence beliefs, while forum use could correlate with basic ICT competence beliefs in *communication and collaboration*. Schaufel et al. (2021) indicated diverse links between general and specific basic ICT competence beliefs and hardware and software operations. These associations have not been investigated for teachers. Knowledge about these associations might help teacher education to provide teachers and student teachers with appropriate support to operate technology in their profession.

2 The present study

Multiple aims are addressed in the current study. First, we investigated basic ICT competence beliefs and technology use for student teachers and teachers. Second, associations between basic ICT competence beliefs and hardware and software use were investigated for student teachers and teachers. We focused on hardware use (tablets) and software use (forums, weblogs, wikis, LMS). In line with existing empirical results, we focused on the following competence dimensions: *information and data literacy*, *communication and collaboration*, *digital content creation*, *safety and security*, *problem solving*, and *analyzing and reflecting* (Rubach and Lazarides 2021; Schauffel et al. 2021).

The following research questions were investigated:

1. How do student teachers and teachers evaluate their basic ICT competence in different competence dimensions?
2. How do student teachers and teachers using tablets, LMS, wikis, forums, and weblogs?
3. What are the links between basic ICT competence belief dimensions and the use of technology among student teachers and teachers?

3 Methods

3.1 Sample

Two German samples from the DigiKompEL-Studie (Rubach & Lazarides 2017–2019) were utilized. For both samples, we only included cases in the study that had complete data on measured constructs.

First, data from 338 teachers (52.4% female) were used that we gathered in January and February 2019 (see for further explanation in Rubach and Lazarides 2021). On average, teachers were 44.23 years old ($SD=10.26$), on average 13.77 years in their profession ($SD=9.72$) and 29.6% worked as part-time teachers. Teachers worked in the primary school track (10.1%), special education track (3.7%), as well as in secondary school track (86.2%). The most frequently taught subjects in the sample were math (35.8%), computer science (31.7%), German language (29%), and English as a foreign language (22.2%).

Second, data from 349 student teachers (64.8% female) were analyzed. We combined data drawn in October 2017 and April and May 2018. In October 2017, data were gathered at one university in Potsdam, Germany, whereas, in April and May, we collected data all over Germany (see for further explanation in Rubach and Lazarides 2019). Student teachers were average 24.63 years old ($SD=5.43$). Students were either in the bachelor track (57.9%) or master track (33.1%) and were enrolled in the primary school track (10.3%), special education track (1.4%), as well as secondary school track (87.7%; 0.6% missing). The most frequently studied subjects were German language (37.5%), English as a foreign language (23.2%), math (21.8%), and history (17.8%).

3.2 Instruments

Basic ICT competence beliefs Basic ICT competence beliefs were assessed using survey instruments developed and validated by Rubach and Lazarides (2019, 2021). Participants were asked to evaluate their competence in six competence dimensions: *information and data literacy* (DataLit), *communication and collaboration* (Comm), *digital content creation* (Create), *safety and security* (Safety), *problem solving* (Solve), and *analyzing and reflecting* (Analyze). The rating scale ranged from 1 = *strongly disagree* to 5 = *strongly agree*. In both samples, the number of items differed due to the further development of the instruments from the student teacher sample (data assessment 2017/2018) to the teacher sample (data assessment 2019). Twenty items were used for student teachers and 32 for teachers. All items, factor loading, and reliability are provided in Tables A1 to A3 in the Supplemental Material. We modeled bifactor exploratory structural equation models (ESEM) and thus computed a general factor (G-Factor) and six specific factors (S-Factors). The reliability ranged from $0.69 \leq \omega \leq 0.93$ for student teachers to $0.80 \leq \omega \leq 0.97$ for teachers.

Technology use Participants were asked if they use hardware (tablets) and software (forums, wikis, weblogs, LMS). Teachers were asked to what extent they use the listed technology in class from 0 = *not at all* to 4 = *daily*. Students were asked if they use technology in their teacher education program with a binary coding from 0 = *no use* to 1 = *use*. To relate the results in both samples, the scales in the teacher sample were adjusted to the student sample. Thus, items in the teacher sample were recorded from 0 = *no use* [previously 0 = *not at all*] to 1 = *use* [previously 1 = *multiple times within a year* to 4 = *daily*].

3.3 Statistical analysis

SPSS version 29 and *Mplus* 8.1 (Muthén and Muthén 1998–2016) were used for data analysis.

For research question one, we tested (a) mean-level differences for the general factor (G-Factor) and specific factors (S-Factors) using t-test. We calculated the means for the G-Factor and each S-Factor separately in both samples. We then combined the data of both samples into one dataset using the before-calculated means for the manifest factor. We did not combine the data on the item level as item expressions differed slightly in the two samples (see Appendix Table A1). Thus, the analyses were conducted on the construct level. For research question 2, we elaborated on the technologies student teachers and teachers used.

For research question 3, we conducted two bifactor (ESEM) for student teachers and teachers. A cluster variable on the sample group was used for student teachers as we combined two samples into one dataset. Analyses and model approaches were guided by Morin et al. (2020). Bifactor ESEM models (a) consider cross-loadings of items across S-Factors and thus provide research opportunities for not losing theoretical described content (ESEM approach) and (b) make it possible to investigate the extent to how a G-Factor or S-Factors relate to outcomes of interest

(bifactor approach). Especially in self-concept research, the bifactor ESEM model is a helpful approach to modeling construct-relevant multidimensionality (Arens and Morin 2016). It thus allows us to investigate the unique links of G-Factor and S-Factors with outcomes of interest. In our case, we first modeled a bifactor ESEM model for student teachers and teachers, including items previously excluded due to cross-loadings (see Rubach and Lazarides 2019). With this approach, we could examine whether items retain significant value for S-Factors over and above the content already captured in the G-Factor (see Arens and Morin 2016). In the second step, we added outcomes to the model, which were binary-coded. Thus, we used the weighted least squares–mean estimator (WLSM) and reported average marginal effects (AME) to interpret results better.

The goodness of model fit was evaluated with the robust χ^2 test statistic, comparative fit index (CFI), Tucker and Lewis index (TLI), root mean square of approximation (RMSEA), Akaike information criterion (AIC), and Bayesian information criterion (BIC). Guided by Brown (2015) and Hu and Bentler (1999), TLI and CFI values greater than 0.90 and RMSEA values lower than 0.08 were accepted as indicators of an acceptable model fit.

4 Results

4.1 Basic ICT competence beliefs and technology use among student teachers and teachers

As seen in Table 1, teachers reported, on average higher competence beliefs than student teachers in the G-Factor, *information and data literacy, communication and*

Table 1 Mean Level Differences Between Student Teachers and Teachers' Basic ICT Competence Beliefs using t-tests

	Student Teachers			Teachers			<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>d</i> (<i>v</i>)
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				
G-Factor	332	4.00	0.52	334	4.16	0.59	-3.54	657	<0.001	0.75 (0.006)
S-Factor DataLit	348	4.03	0.71	338	4.49	0.52	-9.85	684	<0.001	0.24 (0.006)
S-Factor Comm	345	4.38	0.53	337	4.52	0.56	-3.17	680	0.002	0.18 (0.006)
S-Factor Create	343	4.23	0.79	337	4.33	0.77	-1.64	678	0.101	0.12 (0.006)
S-Factor Safety	347	3.86	0.72	337	3.99	0.77	-2.38	682	0.018	0.35 (0.006)
S-Factor Solve	333	3.52	0.86	337	3.82	0.90	-4.49	668	<0.001	-0.22 (0.006)
S-Factor Analyze	333	3.96	0.72	334	3.79	0.83	2.88	665	0.004	0.27 (0.006)

d Cohen's *d*, *v* variance, *DataLit* information and data literacy, *Comm* communication and collaboration, *Create* digital content creation, *Safety* safety and security, *Solve* problem solving, *Analyze* analyzing and reflecting

Table 2 Technology Use in Absolute Frequencies for Student Teachers and Teachers

	Student Teachers		Teachers	
	No use (<i>n</i>)	Use (<i>n</i>)	No use (<i>n</i>)	Use (<i>n</i>)
Tablet use	236	113	94	226
Forum use	277	72	223	107
Wiki use	198	151	102	227
Weblog use	303	46	183	140
LMS use	130	219	98	220

collaboration, safety and security, and problem solving. Student teachers had higher competence beliefs than teachers in *analyzing and reflecting.*

As seen in Table 2, most teachers used wikis, tablets, and LMS. Also, forums and weblogs were used by approximately one-third of surveyed teachers. For student teachers, most of them reported using LMS followed by wikis and tablets. Approximately one-fifth of surveyed student teachers reported using forums and weblogs.

4.2 Association between basic ICT competence and technology use

Using a bifactor ESEM, the models fit the data best compared to CFA, bifactor CFA and ESEM models (see Table A4 in the Supplemental Material). Factor loading of items for the G-Factor and S-Factors are provided in Table A2 and A3 in the Supplemental Material. In the following, we first described results for student teachers, followed by a description of results from the teacher sample.

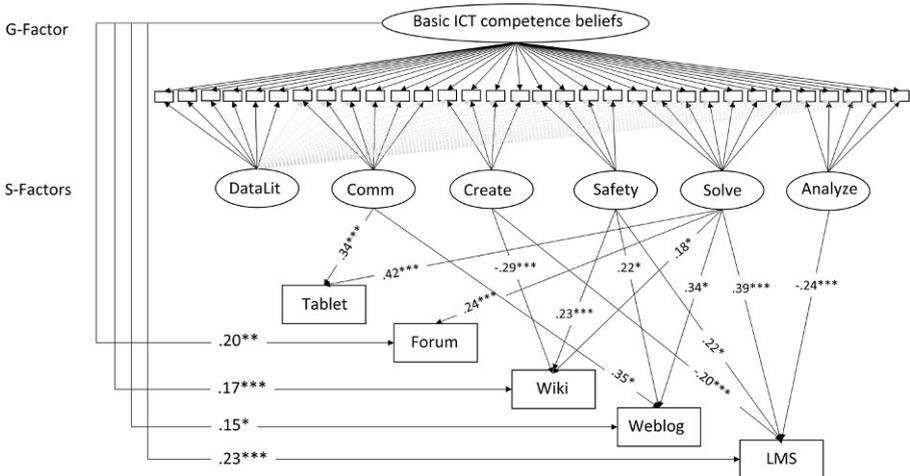


Fig. 1 Final results of the bifactor ESEM for teachers. *DataLit* information and data literacy, *Comm* communication and collaboration, *Create* digital content creation, *Safety* safety and security *Solve* problem solving, *Analyze* analyzing and reflecting

Table 3 Results of Standardized Associations Between Basic ICT Competence Beliefs and Technology Use from the Bifactor ESEM for Student Teachers

	Hardware use: Tablet			Software use: Forum			Software use: Weblog			Software use: Wiki			Software use: LMS							
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	
Intercept	0.46	—	—	—	0.71	—	—	—	0.95	—	—	—	0.10	—	—	—	-0.11	—	—	—
G-Factor	0.14	0.08	0.07	0.051	0.30	0.08	≤0.001	0.093	0.17	0.09	0.06	0.043	0.18	0.07	0.01	0.073	0.13	0.08	0.11	0.053
S-Factor	0.03	0.10	0.78	0.010	0.12	0.08	0.14	0.036	-0.18	0.10	0.07	-0.045	-0.01	0.08	0.94	-0.003	0.01	0.09	0.95	0.002
DataLit																				
S-Factor	-0.25	0.09	0.01	-0.089	-0.06	0.09	0.56	-0.017	-0.03	0.10	0.81	-0.006	0.03	0.09	0.78	0.010	-0.06	0.11	0.54	-0.025
Comm																				
S-Factor	0.13	0.12	0.30	0.046	-0.12	0.11	0.29	-0.037	-0.13	0.13	0.33	-0.033	0.10	0.10	0.33	0.040	0.39	0.12	0.002	0.155
Create																				
S-Factor	0.06	0.09	0.53	0.021	-0.03	0.09	0.76	-0.009	-0.03	0.11	0.77	-0.008	-0.06	0.09	0.46	-0.025	0.30	0.10	0.002	0.117
Safety																				
S-Factor	0.07	0.10	0.44	0.026	-0.08	0.10	0.40	-0.026	-0.15	0.11	0.15	-0.039	0.11	0.08	0.17	0.045	0.21	0.11	0.04	0.084
Solve																				
S-Factor	0.06	0.10	0.53	0.023	0.08	0.08	0.37	0.023	0.24	0.10	0.01	0.061	0.15	0.08	0.06	0.060	0.14	0.08	0.10	0.054
Analyze																				
R ²	0.11				0.14				0.16				0.08				0.33			

Student teachers Results for student teachers are presented in Table 3 and visualized in Fig. 1. The model fitted the data well ($\chi^2(136)=198.36, p<0.05, CFI=0.99, TLI=0.98, RMSEA=0.04, 90\% CI [0.03; 0.05]$). The results indicated that the G-Factor of basic ICT competence beliefs is positively linked to the use of forums and wikis. The AMEs of 0.09 and 0.07 indicated that the probability of using forums and wiki increases by seven to nine percentage points when student teachers' basic ICT competence beliefs increase by one standard deviation. The S-Factor of *communication and collaboration* was negatively linked with tablet use. The AME of -0.09 indicated that the probability of using a tablet decreased by nine percentage points when student teachers' competence beliefs in *communication and collaboration* increased by one standard deviation. The S-Factor of *analyzing and reflecting* was positively linked with weblog use. The AME of 0.06 indicated that the probability of using a weblog increases by six percentage points when student teachers' competence beliefs in *analyzing and reflecting* increased by one standard deviation. Lastly, the competence beliefs in *digital content creation, safety and security, and problem solving* were positively linked to LMS use. The AMEs of 0.16, 0.12, and 0.08 indicated that the probability of using LMS increases by eight to 16 percentage points when student teachers' competence beliefs in these particular competence dimensions increased by one standard deviation.

Teachers Results for teachers are presented in Table 4 and visualized in Fig. 2. The model fitted the data well ($\chi^2(416)=860.13, p<0.05, CFI=0.98, TLI=0.97, RMSEA=0.06, 90\% CI [0.05; 0.06]$). The results have shown that the G-Factor of basic ICT competence beliefs is positively linked to using forums, weblogs, wikis, and LMS. The AMEs of 0.072 (forums), 0.059 (weblogs), 0.061 (wikis)

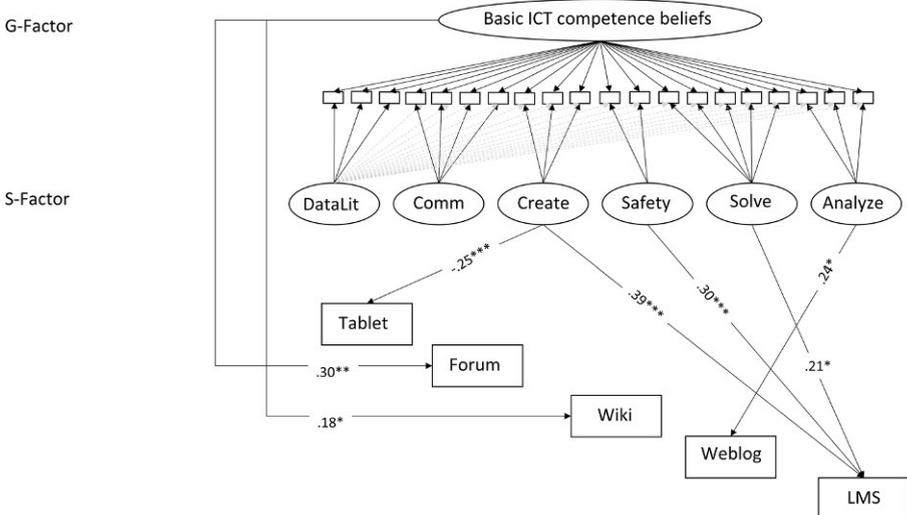


Fig. 2 Final results of the bifactor ESEM for student teachers. *DataLit* information and data literacy, *Comm* communication and collaboration, *Create* digital content creation, *Safety* safety and security, *Solve* problem solving, *Analyze* analyzing and reflecting

Table 4 Results of Standardized Associations Between Basic ICT Competence Beliefs and Technology Use from the Bifactor ESEM for Teachers

	Hardware use: Tablet			Software use: Forum (08)			Software use: Weblog (09)			Software use: Wiki (10)			Software use: LMS (11)			
	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME	<i>b</i>	<i>SE</i>	<i>p</i>	AME
Intercept	-0.54	-	-	-	0.46	-	-	-	0.17	-	-	-	-0.50	-	-	-
G-Factor	0.10	0.07	0.17	0.03	0.20	0.08	0.01	0.07	0.15	0.07	0.03	0.06	0.17	0.07	0.01	0.06
S-Factor DataLit	0.06	0.14	0.68	0.02	-0.02	0.11	0.84	-0.01	0.10	0.15	0.52	0.04	0.05	0.10	0.62	0.02
S-Factor Comm	0.34	0.08	≤0.0001	0.12	0.08	0.10	0.40	0.03	0.35	0.09	≤0.0001	0.14	0.11	0.08	0.20	0.04
S-Factor Create	0.02	0.09	0.80	0.01	0.03	0.09	0.72	0.01	-0.07	0.09	0.43	-0.03	-0.29	0.09	≤0.0001	-0.10
S-Factor Safety	0.11	0.09	0.24	0.04	-0.01	0.09	0.93	-0.003	0.22	0.09	0.01	0.09	0.23	0.09	0.01	0.08
S-Factor Solve	0.42	0.08	≤0.0001	0.15	0.24	0.09	0.01	0.09	0.34	0.08	≤0.0001	0.14	0.18	0.09	0.05	0.06
S-Factor Analyze	-0.01	0.09	0.92	-0.003	0.05	0.08	0.57	0.02	0.13	0.08	0.12	0.05	-0.004	0.08	0.96	-0.001
R ²	0.32			0.11				0.34					0.22			0.36

and 0.081 (LMS) indicated that the probability of using this software increased by six to eight percentage points when teachers' basic ICT competence beliefs increased by one standard deviation. The S-Factor of *information and data literacy* was independent of the use of technology. The S-Factor of *communication and collaboration* was positively linked with tablet and weblog use. The AMEs of 0.12 and 0.14 indicated that the probability of using a tablet and weblog decreased by twelve to 14 percentage points when teachers' competence beliefs in *communication and collaboration* increased by one standard deviation. The competence beliefs in *digital content creation* were negatively linked to the use of wikis and LMS. The AMEs of -0.10 and -0.07 indicated that the probability of using wikis and LMS decreased by seven to ten percentage points when teachers' competence beliefs in *digital content creation* increased by one standard deviation. The competence beliefs in *safety and security* were positively linked to the use of weblogs, wikis, and LMS. The AMEs of 0.09 (weblogs), 0.08 (wikis), and 0.08 (LMS) indicated that the probability of using these software increased by eight to nine percentage points when teachers' competence beliefs in *safety and security* increased by one standard deviation. The competence beliefs in *problem solving* were positively linked to the use of all investigated hardware and software. The AMEs of 0.15 (tablets), 0.09 (forums), 0.14 (weblogs), 0.06 (wikis), and 0.14 (LMS) indicated that the probability of using these hardware and software increased by six to 14 percentage points when teachers' competence beliefs in *problem solving* increased by one standard deviation. Lastly, the S-Factor of *analyzing and reflecting* was negatively linked with LMS use. The AME of -0.09 indicated that the probability of using a tablet decreases by nine percentage points when teachers' competence beliefs in *analyzing and reflecting* increased by one standard deviation.

5 Discussion

The goal of our study was to examine links between basic ICT competence beliefs and hardware and software use. The links between technology use and ICT competence beliefs were investigated for student teachers and teachers to provide results on different phases in teachers' professional development. The bifactor ESEM model allowed us to investigate the extent to which general and specific basic ICT competence beliefs were related to the use of technology. In summary, the results from our study suggest that basic ICT competence beliefs across all dimensions are linked to technology use. In the following section, we will discuss the results in more detail.

5.1 Student teachers and teachers: Differences in competence beliefs and technology use

In this study, we use of a comprehensive instrument that captures the diversity of competence dimensions. The results highlighted that teachers on average reported higher competence beliefs than student teachers in *information and data literacy*, *communication and collaboration*, *safety and security*, and *problem solving*. These results somewhat differ from previous studies that indicated higher competence be-

liefs for student teachers (Aygun and Ilhan 2020; Yang et al. 2022). As we found in most dimensions higher reported skills for teachers compared to student teachers, a possible explanation would be that teachers use technology for professional purposes, thus using it with another intention. Preparing classes where technology is used might need another cognitive level of understanding technology than using technology for learning purposes. It could also be assumed that teachers have more experience of success and are more likely to receive continuous feedback regarding their media use compared to student teachers. According to Bandura (1982), such factors are key to develop competence beliefs. Finally, another interpretation would be the Dunning-Kruger effect, so that people with higher knowledge and skills tend to underestimate themselves and people with lower knowledge and skills tend to overestimate themselves. This interpretation shows the need to compare teachers and student teachers in terms of competence beliefs and knowledge and or skills, i.e., using objective tests, to determine the reasons behind psychological processes in detail.

Another goal was to investigate the use of technology in different phases of teachers' professional development. Our results on technology use have shown that teachers most often used Wikis, tablets, and LMS in class. Student teachers reported using LMS, WIKI and tablets most often in their studies. As for differences in student teachers' and teachers' situations, we refrain from comparing both groups but use the results of this study to describe the different situations. One aspect to bear in mind is that our study is based on data collected prior to the COVID-19 pandemic. The post-pandemic situation might be different as the need to prepare teachers using technology and being ICT competent was highlighted in Germany in 2020 and 2021 (e.g., Dreer and Kracke 2021), leading to various initiatives such as the financial support of competence centers to support teachers in their professional development using technology. It is noticeable that the operationalization of technology use in this study is somewhat broad. For future studies, it would be interesting to investigate which specific activities or functions of different hardware and software are used in the classroom and in teacher training.

5.2 The appropriateness of bifactor ESEM models for basic ICT competence beliefs

The suitability of the bifactor ESEM approach for modeling basic ICT competence beliefs should be emphasized. As demonstrated in this paper, the bifactor ESEM is a robust approach for modeling basic ICT competence beliefs because it (a) includes items with cross-loadings, thereby assessing all meaningful skills and competencies theoretically described (cf. Runge et al. 2023) and (b) helps to investigate the extent to which general or specific competence dimensions relate to teachers' and student teachers' technology use. Thus, our study supported the findings by Arens and Morin (2016) that highlight the methodological appropriateness of the bifactor ESEM for competence beliefs, specifically self-concept instruments.

5.3 Links between basic ICT competence and technology use

This study highlights associations between basic ICT competence beliefs and hardware and software use among student teachers and teachers. Our study, thus, provided proof for theoretical models that describe basic ICT competence beliefs as one condition using technology (Knezek and Christensen 2016; Mishra and Koehler 2006; Redecker 2017).

In the following discussion, we focus on the similar associations in both groups. As expected, the results indicated that even with varying technology use intentions, all competence dimensions of basic ICT competence beliefs were related to technology use with varying patterns. First, in line with previous descriptions of mandatory skills for forum and wiki use (Biasutti and EL-Deghaidy 2012; Wagner 2004), we found a link between general basic ICT competence beliefs and forum and wiki use. Also, basic ICT competence beliefs in *safety and security* and *problem solving* were linked to LMS use in both samples. Activities we can imagine to be relevant in *problem solving* are, for example, that teachers adjust the LMS to class goals, upload materials, and organize LMS courses similarly to how they plan the class setup. Student teachers might manage their LMS based on the courses they are enrolled in, structure their LMS, and adjust settings based on their needs (e.g., reminders and announcements). An interesting question is why we found a link between LMS use and competence beliefs in *safety and security*. Rubach and Bonanati (2022) highlighted that teachers see LMS as an opportunity for an environmentally sound material provision. Thus, teachers might have a sense of environmentally sound use of LMS (see Rubach and Bonanati 2022), which is one aspect of the competence dimension of *safety and security*. It might also be possible that student teachers and teachers who strongly believe in safety and security may be more likely to use the LMS to protect student data and maintain privacy regulations. Further research could investigate this link in more detail.

Surprisingly, we found no link between general basic ICT competence beliefs and tablet use in both groups. We assumed that tablet use is related to general basic ICT competence beliefs because of the complexity of tablets' functions. However, the missing link might be explained by the fact that tablets are highly individualized devices with a diverse set of installed and used apps for each user. This individualized setup makes it challenging to find general associations, as the use of different apps require different competence beliefs. Thus, tablet use might only be related to specific competence beliefs and not general competence beliefs. Further research would benefit from investigating how tablets were used and the extent to which these activities are linked to basic ICT competence dimensions (cf. Lohr et al. 2021).

Only for teachers, results suggested that their basic ICT competence beliefs in *problem solving* was linked to all hardware and software use. This might be a mandatory competence dimension for teachers as basic ICT competence beliefs in this dimension contain skills to know a variety of software, knowledge about the functioning and basic principles of digital systems, identify and solve technical challenges and computational thinking. Knowledge lacks in these areas are defined as barriers using technology by teachers (Ertmer et al. 2012; Kim et al. 2019; Rubach and Bonanati 2022). Therefore, it is reasonable to assume that basic ICT competence

beliefs in *problem solving* are linked to all investigated hardware and software use among teachers.

Only for student teachers, we found a link between weblog use and basic ICT competence beliefs in *analyzing and reflecting*. Weblogs are likely seen as a tool for reflection and critical analysis (see Petko et al. 2017), which aligns with the competence belief in *analyzing and reflecting* in digital environments. It also might be that weblog use may help develop and enhance these competence beliefs in student teachers, which would explain why we only found the link in the context of teacher education.

In summary, this study is exploratory in nature. We could explain up to 36% of the variance of technology use across groups. Nonetheless, our findings highlight the link between basic ICT competence beliefs regarding technology use for both student teachers and teachers. Replication studies are necessary, and longitudinal designs can provide insights into the directionality of the relationships between the constructs investigated in this study. We did not include covariates to reduce statistical bias due to limited samples. A possible next step is to investigate interindividual link differences based on gender, age, or professional experiences.

5.4 Limitations and future steps

Several limitations exist for our study. First, the age of our data needs to be mentioned. Data were collected before the COVID-19 pandemic, when technology played a somewhat minor role in German classrooms and teacher education compared to other countries (Fraillon et al. 2020). Also, both samples were drawn in different years. This situation might challenge the comparability of both samples.

Secondly, the operationalization of using technology with binary-coded variables was used (see also Lohr et al. 2021). However, by doing so, no indication of the activities using different hardware and software can be given. A great deal of scholars has investigated learning activities using digital media (see Martin et al. 2020). Often, either the frequency of digital media use is investigated (Backfisch et al. 2021), the use of digital media for teaching quality strategies (Quast et al. 2021), or learning activities using digital media (Lohr et al. 2021). In our study, we focused on hardware and software use as we were not focused on learning activities or teaching quality but on the significance of basic ICT competence beliefs using hardware and software. To get a deeper understanding of the importance of basic ICT competence beliefs for student teachers and teachers, one could focus on *whether* they use hardware and software and *how* they use hardware and software. Thus, the focus is not on the hardware or the software but on the practice and the logic of the use of the agent (Troxler and Schiefner-Rohs 2023). Such an approach would also help to understand the interindividual use of hardware and software.

Thirdly, the links that we explored are based on cross-sectional data and give first evidence that competence beliefs and the use of technology are somehow related. Future studies should explore the interrelatedness by applying a longitudinal design. This would allow us to answer questions about the causal relationship. Furthermore, it might be important to investigate the link between basic ICT competence beliefs

and technology using different model approaches, thus comparing the variance to be explained using CFA, bifactor CFA, ESEM, and bifactor ESEM.

5.5 Theoretical and practical implications for teacher education

The findings confirm that basic ICT competence beliefs are related to technology use among student teachers and teachers. Therefore, in different phases of teacher education, professional ICT competence beliefs and basic ICT competence beliefs can be focused on to support teachers in the digital transformation of the educational system. As digital development progresses, basic ICT competence beliefs are, next to knowledge and skills, essential for teachers to keep up with technological advancements, especially for teaching and using technology effectively. The study provides one rationale for integrating basic ICT competence beliefs into teacher education curricula to enhance support for teachers in utilizing technology. Moving forward, it is crucial to replicate the findings, investigate longitudinal links and consider various activities using technology in professional matters.

Supplementary Information The online version of this article (<https://doi.org/10.1007/s42010-023-00188-9>) contains supplementary material, which is available to authorized users.

Acknowledgements This paper used data from the DigiCompEL project (Rubach & Lazarides, 2017–2020). We want to thank all involved people in this project, especially Rebecca Lazarides.

Funding This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Conflict of interest C. Rubach, J. Quast, R. Porsch and M. Arndt declare that they have no competing interests.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

References

- Arens, A. K., & Morin, A. J. S. (2016). Examination of the structure and grade-related differentiation of multidimensional self-concept instruments for children using ESEM. *The Journal of Experimental Education*, 84(2), 330–355. <https://doi.org/10.1080/00220973.2014.999187>.
- Aufenanger, S. (2017). Zum Stand der Forschung zum Tableteinsatz in Schule und Unterricht aus nationaler und internationaler Sicht [The state of research on the use of tablets in schools and lessons from a national and international perspective]. In J. Bastian & S. Aufenanger (Eds.), *Tablets in Schule und Unterricht*. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13809-7_6.
- Avgeriou, P., Papasalouros, A., Retalis, S., & Skordalakis, E. (2003). Towards a pattern language for learning management systems. *J. Educ. Technol. Soc.*, 6, 11–24.

- Aygun, M., & Ilhan, G. O. (2020). Analysis of in-service and pre-service social studies teachers' digital citizenship. *International Online Journal of Educational Sciences*. <https://doi.org/10.15345/iojes.2020.04.009>.
- 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>.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, *37*(2), 122–147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>.
- Bauer, J., Diercks, U., Rösler, L., Möller, J., & Prenzel, M. (2012). Lehramtsstudium in Deutschland: Wie groß ist die strukturelle Vielfalt [Teacher education in Germany: How heterogeneous are study programs?]. *Unterrichtswissenschaft*, *40*(2), 101–120.
- Bernholt, A., Sorge, S., Rönnebeck, S., & Parchmann, I. (2023). Forschungs- und Entwicklungsfelder der Lehrkräftebildung – Diskussion ausgewählter Erkenntnisse und weiterführender Bedarfe [Research and areas of development in teacher education - discussion of selected findings and further needs]. *Unterrichtswissenschaft*, *51*(1), 99–121. <https://doi.org/10.1007/s42010-023-00162-5>.
- Biasutti, M., & EL-Deghaidy, H. (2012). Using wiki in teacher education: impact on knowledge management processes and student satisfaction. *Computers & Education*, *59*(3), 861–872. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.009>.
- Biriyai, A. H., & Thomas, E. V. (2014). Online discussion forum: A tool for effective student-teacher interaction. *International Journal of Applied Science*, *1*(3), 111–116.
- Biriyai, H., & Emmah, V. T. (2014). Online discussion forum: a tool for effective student-teacher interaction. *International Journal of Applied Science-Research and Review*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2525047>.
- Blackwell, C. (2013). Teacher practices with mobile technology integrating tablet computers into the early childhood classroom. *Journal of Education Research*, *7*, 231–255.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research (Second edition). Methodology in the social sciences*. Guilford.
- Chen, F., & Sager, J. (2011). The effects of using a tablet PC on teaching and learning processes. *The Journal of Learning in Higher Education*, *7*(2), 55–68.
- Chiu, C.-M., & Wang, E. T. (2008). Understanding web-based learning continuance intention: the role of subjective task value. *Information & Management*, *45*(3), 194–201. <https://doi.org/10.1016/j.im.2008.02.003>.
- Cirak Kurt, S., & Yildirim, I. (2021). The effects of blogging on pre-service teachers' reflective thinking and self-efficacy. *Reflective Practice*, *22*(2), 233–249. <https://doi.org/10.1080/14623943.2021.1879772>.
- Craig, C. J. (2016). Structure of teacher education. In J. Loughran & M. L. Hamilton (Eds.), *International handbook of teacher education* (Vol. 1, pp. 69–135). Singapore: Springer.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, *13*, 319–340.
- Deng, L., & Yuen, A. H. (2011). Towards a framework for educational affordances of blogs. *Computers & Education*, *56*(2), 441–451. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.005>.
- Dreer, B. & Kracke, B. (2021). Lehrer*innen im Corona-Lockdown 2020. Umgang mit der Distanzbetreuung im Spannungsfeld von Anforderungen und Ressourcen [Teachers in the 2020 Covid lockdown. Dealing with remote support amidst the tension between requirements and resources]. In C. Reintjes, R. Porsch & G. Im Brahm (Hrsg.), *Das Bildungssystem in Zeiten der Krise. Empirische Befunde, Konsequenzen und Potentiale für das Lehren und Lernen* (S. 45–62). Münster: Waxmann.
- Drossel, K., Eickelmann, B., Schaumburg, H., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien und Prädiktoren aus der Perspektive der Lehrerinnen und Lehrer im internationalen Vergleich [Use of digital media and predictors from the perspective of teachers in an international comparison]. In: B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, J. Vahrenhold, *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (pp. 205–240). Münster; New York: Waxmann.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *61*, 101859. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, *59*(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>.

- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world: IEA international computer and information literacy study 2018 international report* (p. 297). Springer Nature.
- Gröschner, A., & Zordo, L. de. (2020). Lehrerbildung in der Hochschule. [Teacher education in Universities] In T. Hascher, T.-S. Idel, & W. Helsper (Eds.), *Handbuch Schulforschung* (pp. 1–20). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24734-8_58-1.
- Guggemos, J., & Seufert, S. (2021). Teaching with and teaching about technology—Evidence for professional development of in-service teachers. *Computers in Human Behavior*, *115*, 106613. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106613>.
- 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.
- Ifenthaler, D., & Schweinbenz, V. (2013). The acceptance of tablet-PCs in classroom instruction: The teachers' perspectives. *Computers in Human Behavior*, *29*(3), 525–534. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.004>.
- Johnson, F., & Koßmann, J. (2022). Dispositions of technological knowledge in teacher candidates—An analysis of predictors. *European Journal of Teaching and Education*, *4*(1), 25–36. <https://doi.org/10.33422/ejte.v4i1.720>.
- Jones, P. (2010). Collaboration at a distance: Using a wiki to create a collaborative learning environment for distance education and on-campus students in a social work course. *Journal of Teaching in Social Work*, *30*(2), 225–236. <https://doi.org/10.1080/08841231003705396>.
- Kahraman, S. (2021). The effects of blog-based learning on pre-service science teachers' internet self-efficacy and understanding of atmosphere-related environmental issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *21*(1), 186–206. <https://doi.org/10.1007/s42330-021-00137-7>.
- Kale, U. (2014). Can they plan to teach with Web 2.0? Future teachers' potential use of the emerging web. *Technology, Pedagogy and Education*, *23*(4), 471–489. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.813408>.
- Kim, H.J., Choi, J., & Lee, S. (2019). Teacher experience of integrating tablets in one-to-one environments: implications for orchestrating learning. *Education Sciences*, *9*(2), 87. <https://doi.org/10.3390/educsci9020087>.
- Kiyici, F.B. (2010). The definitions and preferences of science teacher candidates concerning Web 2.0 tools: A phenomenological research study. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *9*(2), 185–195.
- Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration: Adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, *28*(3), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9120-2>.
- Korukluoğlu, P., Bülent, A. L. C. I., & Rubach, C. (2023). Reliability and validity of the Turkish version of the teachers' basic ICT competence beliefs scale. *International Journal of Assessment Tools in Education*, *10*(1), 29–55. <https://doi.org/10.21449/ijate.995005>.
- Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in the Norwegian teacher education and schools. *Högre Utbildning*, *1*(1), 39–51. <https://hogreutbildning.se/index.php/hu/article/view/874>.
- Krumsvik, R. J. (2014). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *58*(3), 269–280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>.
- Law, N., Woo, D., de La Torre, J., & Wong, G. (2018). A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2: Information paper No. 51 (UIS/2018/ICT/IP/51). <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/ip51-global-framework-reference-digital-literacy-skills-2018-en.pdf>
- Li, Y., Li, X., Su, Y., Peng, Y., & Hu, H. (2020). Exploring the role of EFL learners' online self-regulation profiles in their social regulation of learning in wiki-supported collaborative reading activities. *Journal of Computers in Education*, *7*(4), 575–595. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00168-3>.
- Lohr, A., Stadler, M., Schultz-Pernice, F., Chernikova, O., Sailer, M., Fischer, F., & Sailer, M. (2021). On powerpointers, clickerers, and digital pros: Investigating the initiation of digital learning activities by teachers in higher education. *Computers in Human Behavior*, *119*, 106715. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106715>
- Lomos, C., Luyten, J.W.H., & Tieck, S. (2023). Implementing ICT in classroom practice: What else matters besides the ICT infrastructure? *Large-Scale Assessments in Education*, *11*(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00144-6>.
- Martin, F., Sun, T., & Westine, C.D. (2020). A systematic review of research on online teaching and learning from 2009 to 2018. *Computers & Education*, *159*, 104009.

- Minshew, L., & Anderson, J. (2015). Teacher self-efficacy in 1:1 iPad integration in middle school science and math classrooms. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 15(3), 334–367. <https://www.learntechlib.org/p/147432>.
- Mishra, P., & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Morin, A.J.S., Myers, N.D., & Lee, S. (2020). Modern factor analytic techniques. In G. Tenenbaum & R.C. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 1044–1073). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119568124.ch51>.
- Muenks, K., Wigfield, A., & Eccles, J.S. (2018). I can do this! The development and calibration of children's expectations for success and competence beliefs. *Developmental Review*, 48, 24–39. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.04.001>.
- Muthén, L.K., & Muthén, B.O. (2016). *Mplus 8.1 [Computer software]*. Los Angeles: Muthén & Muthén.
- Naqvi, T.H. (2012). Web 2.0 environment and its impact on libraries and information services. *International Journal of Digital Library Services*, 2(1), 1–192.
- Olesch, L., Heimbuch, S., & Bodemer, D. (2021). Improving learning and writing outcomes: Influence of cognitive and behavioral group awareness tools in wikis. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 16(2), 225–259. <https://doi.org/10.1007/s11412-021-09346-6>
- Parker, K., & Chao, J. (2007). Wiki as a teaching tool. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 3(1), 57–72.
- Petko, D., Egger, N., & Cantieni, A. (2017). Weblogs in teacher education internships: promoting reflection and self-efficacy while reducing stress? *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(2), 78–87.
- Posas, M., & Letzel, V. (2021). “Do you think you have what it takes?”—Exploring predictors of pre-service teachers' prospective ICT use. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09551-0>.
- Prior, D.D., Mazanov, J., Meacheam, D., Heaslip, G., & Hanson, J. (2016). Attitude, digital literacy and self efficacy: flow-on effects for online learning behavior. *The Internet and Higher Education*, 29, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.01.001>.
- Quast, J., Rubach, C., & Lazarides, R. (2021). Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen und Wertüberzeugungen [Teaching quality with ICT from teachers' perspectives: Associations with school ICT equipment, perceived ICT support, and teachers' ICT competence and value beliefs]. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 11, 309–341. <https://doi.org/10.1007/s35834-021-00313-7>.
- Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. *European Journal of Teacher Education*, , 1–24.
- Redecker, C. & Punie, Y. (Ed.) (2017). *EUR, Scientific and technical research series: Vol. 28775. European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office.
- Rubach, C., & Bonanati, S. (2022). Eine Beschreibung zur Gestaltung des Distanzunterrichts anhand von Sicht- und Tiefenstrukturen: Lehrende berichten über Potenzial und Herausforderungen [A description of how distance teaching was arranged using surface and deep structures: Instructors report about potentials and challenges]. In C. Rubach & S. Bonanati, *Vom Klassenzimmer ins Kinderzimmer – Lernerfahrungen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen schulischer Bildungsprozesse im digitalen Raum* (145–165). *Empirische Pädagogik*, 36(2).
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden: Entwicklung eines Instrumentes und die Validierung durch Konstrukte zur Mediennutzung und Werteüberzeugungen zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht [A measure for teacher students' self-evaluated digital competencies scale Development of an instrument and validation through measures for using media and values regarding the use of digital media in teaching]. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 9(3), 345–374. <https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>.
- 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. (2023). A Systematic Review of Research Examining Teachers' Competence-Related Beliefs About ICT Use: Frameworks and Related Measures. In K. Scheiter & I. Gogolin (Eds.), *Bildung für eine digitale Zukunft. Edition ZfE* Vol. 15. Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_8.

- Rubio, R., Martín, S., & Morán, S. (2010). Collaborative web learning tools: Wikis and blogs. *Computer Applications in Engineering Education*, 18(3), 502–511. <https://doi.org/10.1002/cae.20218>.
- Runge, I., Lazarides, R., Rubach, C., Richter, D., & Scheiter, K. (2023). Teacher-reported instructional quality in the context of technology-enhanced teaching: The role of teachers' digital competence-related beliefs in empowering learners. *Computers & Education*, 198, 104761. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104761>.
- Sailer, M., Schultz-Pernice, F., & Fischer, F. (2021). Contextual facilitators for learning activities involving technology in higher education: The Cb-model. *Computers in Human Behavior*, 121, 106794.
- Saltan, F., & Arslan, K. (2017). A comparison of in-service and pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge self-confidence. *Cogent Education*, 4(1), 1311501. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1311501>.
- Schauffel, N., Schmidt, I., Peiffer, H., & Ellwart, T. (2021). Self-concept related to information and communication technology: scale development and validation. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100149>.
- Scheiter, K. (2021). Lernen und Lehren mit digitalen Medien: Eine Standortbestimmung [Technology-enhanced learning and teaching: an overview]. *Z Erziehungswiss*, 24, 1039–1060. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01047-y>.
- Scherer, R., Tondeur, J., & Siddiq, F. (2017). On the quest for validity: testing the factor structure and measurement invariance of the technology-dimensions in the technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) model. *Computers & Education*, 112, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.012>.
- Siddiq, F., Hatlevik, O., Olsen, R. V., Thronsdén, I., & Scherer, R. (2016). Taking a future perspective by learning from the past—A systematic review of assessment instruments that aim to measure primary and secondary school students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 19, 58–84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.05.002>.
- Solomon, G., & Schrum, L. (2007). *Web 2.0: New tools, new schools* (1st edn.). Iste.
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252–275. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>.
- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Res Sci Educ*, 48, 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>.
- Teo, T. (2015). Comparing pre-service and in-service teachers' acceptance of technology: assessment of measurement invariance and latent mean differences. *Computers & Education*, 83, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.015>.
- Tillmann, A., & Antony, I. (2018). *Tablet-Klassen. Begleituntersuchung, Unterrichtskonzepte und Erfahrungen aus dem Pilotprojekt „Mobiles Lernen in Hessen – MOLE“*. Münster New York: Waxmann.
- Troxler, C., Schiefner-Rohs, M. (2023). Digitale Medien im beruflichen Alltag von Lehrer*innen – sozio-materielle Praktiken mit Fokus auf Dimensionen des Organisierens [Digital media in the everyday professional life of teachers – socio-material practices with a focus on dimensions of organizing]. In: K. Scheiter, & I. Gogolin, *Bildung für eine digitale Zukunft*. Edition ZfE, vol 15. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_10.
- Tsai, M.-J., & Tsai, C.-C. (2003). Information searching strategies in web-based science learning: the role of internet self-efficacy. *Innovations in Education and Teaching International*, 40(1), 43–50. <https://doi.org/10.1080/1355800032000038822>.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17(7), 783–805. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00036-1).
- Turgut, Y. (2017). A comparison of pre-service, in-service and formation program for teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) in English language teaching (ELT). *Educational Research and Reviews*, 12(22), 1091–1106. <https://doi.org/10.5897/ERR2017.3311>.
- Turnbull, D., Chugh, R., & Luck, J. (2021). Learning management systems: a review of the research methodology literature in Australia and China. *International Journal of Research & Method in Education*, 44(2), 164–178. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2020.1737002>.
- Ulfert-Blank, A. S., & Schmidt, I. (2022). Assessing digital self-efficacy: review and scale development. *Computers & Education*, 104626., .
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: toward a unified view. *MIS quarterly*, , 425–478.
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S., & van den Brande, L. (2016). *Digi-Comp 2.0: The digital competence framework for citizens*. Joint Research Centre of the European Commission.

- Wagner, C. (2004). Wiki: A technology for conversational knowledge management and group collaboration. *Communications of the Association for Information Systems*. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01319>.
- West, J. A., & West, M. L. (2009). *Using wikis for online collaboration: the power of the read-write web* (1st edn.). Jossey-Bass guides to online teaching and learning: Jossey-Bass.
- Yang, C., & Chang, Y.-S. (2012). Assessing the effects of interactive blogging on student attitudes towards peer interaction, learning motivation, and academic achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(2), 126–135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00423.x>.
- Yang, L., Martínez-Abad, F., & García-Holgado, A. (2022). Exploring factors influencing pre-service and in-service teachers' perception of digital competencies in the Chinese region of Anhui. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12469–12494. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11085-6>.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Anhang D – Studie II

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*(2), 309–341. <https://doi.org/10.1007/s35834-021-00313-7>

Eigener Anteil an der Forschungsarbeit (nach CRediT Klassifizierung):

- Konzeptualisierung
- Formale Analysen
- Methodik
- Schreiben – Vorbereitung des Originalentwurfs
- Schreiben – Überprüfung und Bearbeitung



Lehrkräfteeinschätzungen zu Unterrichtsqualität mit digitalen Medien: Zusammenhänge zur wahrgenommenen technischen Schulausstattung, Medienunterstützung, digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen und Wertüberzeugungen

Jennifer Quast · Charlott Rubach · Rebecca Lazarides

Eingegangen: 31. Oktober 2020 / Überarbeitet: 18. Juni 2021 / Angenommen: 18. Juni 2021
© Der/die Autor(en) 2021

Zusammenfassung Obwohl der Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lern-Prozessen zunehmend an Bedeutung gewinnt, befassen sich Studien nur vereinzelt mit der Frage, inwiefern digitale Medien im Unterricht zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen genutzt werden. Gleichzeitig ist wenig über die Bedingungsfaktoren einer solchen qualitätsvollen Umsetzung von Unterricht mit digitalen Medien bekannt. Die vorliegende Studie untersucht vor diesem Hintergrund, inwiefern Schulmerkmale vermittelt über Lehrkräfterkmale dazu beitragen, dass Lehrkräfte digitale Medien nutzen, um im Unterricht zu strukturieren, kognitiv zu aktivieren, konstruktiv zu unterstützen sowie zu individualisieren. Ausgewertet wurden Daten von 280 Lehrkräften an Schulen der Sekundarstufe in Deutschland (52,1 % weiblich, Alter: $M=43,88$, $SD=10,00$). Die Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells verweisen darauf, dass die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zum Einsatz digitaler Medien vermittelt über die digitalen (berufsabhängigen) Kompetenzselbsteinschätzungen in positivem Zusammenhang mit der Nutzung digitaler Medien zum Zwecke der Individualisierung, kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung im Unterricht steht. Die von Lehrkräften berichtete vielfältige technische Schulausstattung sowie die berichteten positiven Wertüberzeugungen in Bezug auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht sind direkt positiv mit der

Die beiden Autorinnen J. Quast und C. Rubach teilen sich die Erstautorenschaft.

Jennifer Quast

Zentrum für Qualitätsentwicklung in Lehre und Studium, Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

Dr. Charlott Rubach

School of Education, University of California, Irvine, Irvine, CA, USA

E-Mail: crubach@uci.edu

Prof. Dr. Rebecca Lazarides (✉)

Arbeitsbereich Schulpädagogik m.d.S. Schul- und Unterrichtsentwicklung, Department Erziehungswissenschaft, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Str. 24–25, 14476 Potsdam, Deutschland

E-Mail: rebecca-lazarides@uni-potsdam.de

Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen assoziiert.

Schlüsselwörter Unterrichtsqualität · Digitale Medien · Lehrkräfte · Wertüberzeugungen · Digitale Kompetenzselbsteinschätzungen

Teaching quality with ICT from teachers' perspectives: Associations with school ICT equipment, perceived ICT support, and teachers' ICT competence and value beliefs

Abstract Information and communications technology (ICT) are of high importance for school-related learning and teaching processes. However, studies rarely have examined whether teachers use ICT to implement principles of teaching quality in their classrooms. Furthermore, little is known under which conditions ICT contributes to high-quality teaching. Against this background, this study investigates to what extent school characteristics indirectly relate to teachers' ICT use for structuring classrooms, cognitive activation, constructive support and individualization in class through teacher characteristics. The study uses the data of $N=280$ German secondary school teachers (52.1% female, age: $M=43.88$, $SD=10.00$). Results of structural equation model indicate that teachers' satisfaction with ICT school support is positively related to the ICT use for individualization, cognitive activation and constructive support in class through teachers' (basic) ICT competence beliefs. ICT school equipment reported by teachers and teachers' positive ICT value beliefs are directly positively associated with the ICT use for teaching quality in class.

Keywords Teaching quality · ICT · Teachers · Value beliefs · ICT competence beliefs

1 Einleitung

Befunde der International Computer and Information Literacy Study (ICILS) zeigen, dass sich zwischen ICILS 2013 und ICILS 2018 der Anteil der befragten Lehrkräfte, die täglich digitale Medien im Unterricht einsetzen, mehr als verdoppelte (Drossel et al. 2019) und dass Schulen den Einsatz digitaler Medien zunehmend als wichtig ansehen (Gerick et al. 2019). Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht zielt darauf ab, die Unterrichtsqualität zu erhöhen und fachspezifische Lernergebnisse der Lernenden zu fördern sowie den kompetenten Umgang der Lernenden mit digitalen Medien zu verbessern (Eickelmann und Gerick 2020). Um diese Ziele zu erreichen, sollten Lehrkräfte digitale Medien auf pädagogisch wirksame Weise in Unterrichtskonzepte einbinden (Heldt et al. 2020). Bislang befassen sich Forschungsarbeiten nur vereinzelt mit der Frage, inwiefern digitale Medien im Unterricht dafür eingesetzt werden, Unterrichtsprozesse qualitativvoll zu gestalten (Backfisch et al. 2021; Lucas et al. 2021). Die vorliegende Studie adressiert diese Forschungslücke und untersucht, inwieweit Lehrkräfte digitale Medien zur Umsetzung von Unterrichtsprozessqualität nutzen (Klieme 2019).

Gleichzeitig befasst sich die vorliegende Studie mit den Bedingungsfaktoren der Nutzung digitaler Medien. Empirische Befunde verweisen auf die Wichtigkeit von Schulmerkmalen sowie individuellen Merkmalen der Lehrkräfte (Drossel et al. 2019; Sundqvist et al. 2021). Sundqvist et al. (2021) verdeutlichen zudem, dass Schulmerkmale (z. B. die Unterstützung durch die Schule zum Einsatz digitaler Medien) vermittelt über Lehrkräftemerkmale (z. B. empfundene Nützlichkeiten zum Einsatz digitaler Medien) mit dem Einsatz digitaler Medien in Zusammenhang stehen. Ein zweites Ziel der vorliegenden Studie ist die Validierung dieser Befunde mit Daten aus Deutschland. Der Mehrwert unserer Studie für die Forschung zu digitalen Medien in Unterrichtsprozessen ist folglich, dass internationale Befunde repliziert werden können. Damit wird ein Beitrag dazu geleistet, valide Erkenntnisse zu Bedingungsfaktoren der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung qualitätsvoller Unterrichtsprozesse zu identifizieren. Unsere Befunde tragen zum aktuellen Kenntnisstand bei, indem sie aufzeigen, wie Lehrkräfte digitale Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen nutzen und welche spezifischen Schul- und Lehrkräftemerkmale für die Umsetzung von Bedeutung sind. Weiterhin liegt der Mehrwert für die Schul- und Unterrichtsforschung darin, Prozesse des Zusammenwirkens von Schulmerkmalen und der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung qualitätsvollen Unterrichts aufzuzeigen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Unterrichtsqualität und digitale Medien

Ein etabliertes Modell qualitätsvollen Unterrichtens ist das der drei generischen Basisdimensionen von Unterrichtsqualität (Klieme 2019), welches drei Dimensionen von Unterrichtsqualität unterscheidet: *Klassenführung*, *kognitive Aktivierung* und *konstruktive Unterstützung*. Diese Basisdimensionen gelten als fachunspezifisch. Studien zeigen, dass die Dimension Klassenführung keine fachspezifischen Anteile aufweist, während das unterstützende Unterrichtsklima allerdings fachspezifische Anteile aufweist (Praetorius et al. 2016). Die Basisdimensionen der Unterrichtsqualität werden als Tiefenstrukturen des Unterrichts konzeptualisiert – also als Strukturen des Unterrichts, die im Sinne einer Prozessqualität von Unterricht Lernen, Verstehen, Motivation und Ausdauer begünstigen (Klieme 2019). Methoden und Lernarrangements des Unterrichts (z. B. Arbeitsformen, Medien, Gesprächsformate) werden demgegenüber als Sichtstrukturen des Unterrichts bezeichnet. Klieme (2020) beschreibt dabei den Einsatz digitaler Medien als „Sonderfall des Methodenspektrums“.

Verschiedene aktuelle Arbeiten befassen sich mit den theoretischen Verknüpfungen von Unterrichtsqualitätsdimensionen und digitalen Medien (Klieme 2020; Voss und Wittwer 2020) und untersuchen empirisch die Nutzung digitaler Medien für die Umsetzung der Unterrichtsqualität (Backfisch et al. 2021). Angenommen wird, dass mit der Umsetzung digitaler Lernformate die Veränderung und Neugestaltung von Lehr-Lernprozessen einhergeht und digitale Medien didaktische Potenziale für die Prozessqualität des Unterrichts haben (Eickelmann und Gerick 2020). Unter

qualitätsvollem Unterrichten mit digitalen Medien wird in der vorliegenden Studie die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Prozessqualität des Unterrichts verstanden. Es wird davon ausgegangen, dass entsprechend unterrichtstheoretischer Angebot-Nutzungs-Modelle digitale Medien die Umsetzung eines qualitätsvollen Unterrichtsangebots der Unterrichtsprozessqualität ermöglichen (z. B. strukturierte Unterrichtsgestaltung durch automatisierte Lernabläufe, Förderung des kollaborativen Lernens durch digitale Medien). Gleichzeitig nehmen wir an, dass die Effektivität des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht wesentlich von den kognitiven, motivationalen und verhaltensbezogenen Nutzungsprozessen seitens der Lernenden abhängt. Ausgehend von diesem Verständnis wird in der vorliegenden Studie untersucht, inwiefern Lehrkräfte digitale Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen im Sinne eines qualitätsvollen Unterrichtsangebots nutzen.

Die Dimension der *Klassenführung* bezieht sich auf Strategien der Lehrkraft zur Steuerung des Unterrichts, zum Umgang mit Unterrichtsstörungen und zur Strukturierung der Unterrichtsinhalte, die zur effektiven Nutzung der Unterrichtszeit beitragen (Klieme 2006). Digitale Medien unterstützen eine effiziente Klassenführung beispielsweise durch die Möglichkeit der vereinfachten Strukturierung von Lerninhalten (Sieve 2015) sowie durch Möglichkeiten systematischer Zusammenfassungen durch digitale Visualisierungen (Sabanci et al. 2014). Zudem können digitale Medien eingesetzt werden, um verschiedene mediale Formate zusammenzufügen und damit eine übersichtliche Organisation von Unterrichtsinhalten und -materialien zu ermöglichen (Akçayır und Akçayır 2017).

Kognitive Aktivierung umfasst anspruchsvolle und anwendungsorientierte Aufgaben, die an Vorwissen der Lernenden anknüpfen (Praetorius et al. 2018) sowie Möglichkeiten der selbstständigen Entwicklung und Begründung von Lösungswegen (Baumert et al. 2004). Digitale Medien tragen durch verstärkte Anwendungsorientierung behandelte Aufgaben zur kognitiven Aktivierung bei (Kerres 2018). Befunde des Länderindikators 2017 verweisen zudem darauf, dass digitale Medien im Unterricht zur selbstständigen Recherche, Aufbereitung und Visualisierung von Unterrichtsinhalten eingesetzt werden können (Eickelmann et al. 2017). Zur vertiefenden Auseinandersetzung mit Unterrichtsinhalten werden weiterhin Simulationsprogramme genutzt, welche die Kommunikation über Unterrichtsinhalte zwischen Schülerinnen und Schülern und Algorithmen ermöglichen (Xu et al. 2021). Zudem werden digitale Medien zur Erarbeitung, Veranschaulichung und Reflexion von Unterrichtsinhalten (z. B. in digitalen Laboren, Kornilov und Khanina 2020) sowie zur Reflexion eigener Lernvorgänge (z. B. Videoaufnahmen eigener Vorträge; Erstellung von Erklärvideos) eingesetzt.

Konstruktive Unterstützung beschreibt die Begleitung von Lernprozessen und die Unterstützung der Lernenden bei Verständnisschwierigkeiten durch die Lehrkraft (Dubberke et al. 2008). Digitale Medien können in diesem Sinne zur Bereitstellung personalisierten Feedbacks (Levy 2009; Ware et al. 2012) sowie zum Monitoring des individuellen Lernfortschritts eingesetzt werden (Faber 2020; Hillmayr et al. 2017).

Individualisierung wird neben den drei Basisdimensionen von Unterrichtsqualität als weiteres Merkmal erfolgreichen Unterrichts beschrieben (Lipowsky 2015). Diskutiert wird, inwieweit digitale Medien hilfreich bei der Umsetzung der Individua-

lisierung im Unterricht sind und den Umgang mit Heterogenitätsstrukturen fördern (siehe Heinen und Kerres 2015). Digitale Medien bieten insbesondere für die individuelle Lernunterstützung vielfältige Umsetzungsmöglichkeiten (Eickelmann 2010). Mithilfe digitaler Medien und algorithmischer Strukturen lassen sich Lerninhalte und -aufgaben adaptiv an die individuellen Voraussetzungen der Lernenden anpassen, beispielsweise durch multimediale Materialien (Heinen und Kerres 2015), interaktive Aufgabenstellungen, die Bereitstellung individualisierter Lösungswege und interaktiven, individuellen Feedbacks (Schaumburg 2017).

2.2 Bedingungsfaktoren des Einsatzes digitaler Medien

Zur Erklärung des individuellen Handelns und individueller Entscheidungsprozesse kann das Erwartungs-Wert-Modell von Eccles et al. (1983) herangezogen werden. Für das Verständnis der Nutzung digitaler Medien zur Gestaltung qualitätsvoller Unterrichtsprozesse von Lehrkräften hat das Modell Bedeutung, da es aufzeigt, dass individuelle motivationale Überzeugungen, demografische Merkmale sowie Einstellungen der Lehrkräfte und zur Verfügung stehende Ressourcen der beruflichen Umwelt das Unterrichtshandeln von Lehrkräften bedingen können. Ein weiteres zentrales Modell zur Beschreibung der Voraussetzungen kompetenten digitalen Handelns im Unterricht ist das will, skill, tool model of technology integration (Knezek und Christensen 2016). Das Modell postuliert, dass persönliche Wertüberzeugungen, Kompetenzen und Kompetenzselbsteinschätzungen sowie Schulausstattungsmerkmale den Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lern-Prozessen prägen.

2.2.1 Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien

Persönliche Überzeugungen zum Einsatz digitaler Medien sind ein zentraler Einflussfaktor für das Unterrichtshandeln (Knezek und Christensen 2016). Lehrkräfte mit einer positiven Einstellung gegenüber digitalen Medien berichten im Vergleich zu Lehrkräften mit weniger positiven Einstellungen häufiger davon, digitale Medien im Unterricht einzusetzen (Ertmer et al. 2012; Sundqvist et al. 2021). Lehrkräfte, die nur wenige Bedenken gegenüber neuen Technologien äußern, berichten auch, digitale Medien häufiger und vielfältiger im Unterricht einzusetzen (Aslan und Zhu 2016; Rahimi und Yadollahi 2011).

Das Erwartungs-Wert-Modell (Eccles et al. 1983) differenziert Wertüberzeugungen in persönliche Wichtigkeit, Interesse, Nützlichkeit und Kosten. Persönliche Wichtigkeit beschreibt die identitätsbezogene Bedeutung der Aktivität, beispielsweise inwiefern Lehrkräfte den Einsatz digitaler Medien als persönlich bedeutsam für ihre Berufsidentität empfinden. Interesse bezieht sich auf die erwartete Freude in Zusammenhang mit einer Handlung. Internationale Befunde zeigen, dass Lehrkräfte, die Interesse am Einsatz digitaler Medien im Unterricht berichten, auch angeben, digitale Medien häufiger einzusetzen (Ertmer et al. 2012; Hew und Brush 2007). Nützlichkeit bezieht sich auf den empfundenen Nutzen einer Handlung für das Erreichen persönlicher Ziele. Empirische Befunde verweisen auf einen positiven Zusammenhang zwischen der von (angehenden) Lehrkräften empfundenen Nützlichkeit digitaler Medien im Unterricht und der von Lehrkräften berichteten

Häufigkeit des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht (Backfisch et al. 2021; Sundqvist et al. 2021). Kosten beziehen sich auf aufgabenbezogene psychologische Kosten und zeitlichen Aufwand (Eccles 2005). Ergebnisse von Sipilä (2011) zeigen, dass Lehrkräfte, die häufig digitale Medien im Unterricht nutzen, auch weniger psychologische Kosten empfinden.

2.2.2 *Digitale Kompetenzselbsteinschätzungen*

Digitale Kompetenzüberzeugungen von Lehrkräften können unter anderem in grundlegende (berufsunabhängige) und pädagogische (berufsbezogene) digitale Kompetenzüberzeugungen differenziert werden (Krumsvik 2014; Rubach und Lazarides 2021a). Diese Überzeugungen stehen in Zusammenhang mit der Implementierung von digitalen Medien in schulbezogene Lernumgebungen (O. Hatlevik 2017; Klassen und Chiu 2010). Häufig wird analysiert, inwiefern Lehrkräfte mit höheren pädagogischen (berufsbezogenen) digitalen Kompetenzüberzeugungen davon berichten, digitale Medien in Lehr-Lern-Prozesse zu implementieren (Guggemos und Seufert 2021; I. Hatlevik und Hatlevik 2018; Sailer et al. 2021). Weniger häufig wird sich mit der Frage beschäftigt, inwieweit Lehrkräfte auch über Kompetenzüberzeugungen verfügen müssen, welche den grundlegenden (berufsunabhängigen) Kompetenzbereichen wie Kommunikation und Kollaboration, Schützen und sicher Agieren oder Problemlösen und Handeln zuzuordnen sind (Rubach und Lazarides 2021a; O. Hatlevik 2017; Li et al. 2019). Angenommen wird jedoch, dass sowohl hohe Kompetenzüberzeugungen in grundlegenden (berufsunabhängigen) Bereichen als auch in pädagogischen (berufsbezogenen) Bereichen dazu beitragen, dass Lehrkräfte digitale Medien qualitativ in Lehr-Lern-Prozessen implementieren (O. Hatlevik 2017; I. Hatlevik und Hatlevik 2018; Mishra und Koehler 2006).

2.2.3 *Technische Schulausstattung und schulische Unterstützung bei der Nutzung digitaler Medien*

Empirische Studien zeigen, dass eine bessere technische Schulausstattung in Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht steht (Drossel et al. 2017; Lucas et al. 2021). Weiterhin zeigt sich, dass die Unterstützung durch die Schule beim Einsatz digitaler Medien und die themenspezifische Kooperation im Kollegium positiv mit dem von Lehrkräften berichteten Einsatz digitaler Medien im Unterricht zusammenwirken (Lucas et al. 2021; Sundqvist et al. 2021). Die Unterstützung durch die Schule beim Einsatz digitaler Medien beinhaltet hierbei die technische und medienpädagogische Unterstützung durch die Schule sowie die persönliche Unterstützung durch Schulleitung und Kollegium. Auch die von der Schule gesetzten Bildungsziele und medienpädagogischen Konzepte wurden als Bedingungsfaktoren des Einsatzes von digitalen Medien identifiziert (Drossel et al. 2019; Lucas et al. 2021). Im Vergleich dieser Merkmale zeigt sich, dass die technische Ausstattung, Medienkonzepte und der Austausch im Kollegium gleichwertig zu dem von Lehrkräften berichteten Einsatz digitaler Medien beitragen (Drossel et al. 2019). Gleichzeitig verdeutlichen Studien, dass im Vergleich zur technischen Schulausstattung die konkrete Unterstützung durch die Schule beim Einsatz digitaler

Medien eine größere Bedeutung für den Einsatz digitaler Medien innehat (Sundqvist et al. 2021; Amhag et al. 2019).

Nur vereinzelt untersuchen Studien das Zusammenwirken zwischen Schulmerkmalen und Lehrkräftemerkmalen in schulischen Digitalisierungsprozessen (Inan und Lowther 2010; Sundqvist et al. 2021). Befunde von Sundqvist et al. (2021) legen nahe, dass Schulmerkmale vermittelt über Lehrkräftemerkmale mit dem Einsatz digitaler Medien in Unterrichtsprozessen zusammenwirken. In der Studie steht die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zum Einsatz digitaler Medien in positivem Zusammenhang mit der von Lehrkräften berichteten Nützlichkeit zum Einsatz von Medien, welche dann wiederum mit dem Einsatz digitaler Medien in Lehr-Lern-Settings assoziiert ist (Sundqvist et al. 2021). Dabei wurden als abhängige Variablen die Nutzung digitaler Medien für die unterrichtsbezogenen kooperativen Lernprozesse, die Unterstützung der Lernprozesse von Lernenden sowie die Nutzung digitaler Medien zur Organisation und Unterrichtsplanung untersucht. Damit werden Annahmen zum Erwartungs-Wert-Modell von Eccles et al. (1983) bestätigt, dass Umweltfaktoren über motivationale Überzeugungen der Akteure individuelle Verhaltensweisen bedingen.

2.2.4 Soziodemografische Merkmale der Lehrkräfte und Strukturmerkmale der Schule

Soziodemografische Merkmale von Lehrkräften, wie Geschlecht und Berufserfahrung, sowie Strukturmerkmale der Schule, beispielsweise die Schulart, sind ebenfalls wichtige Wirkfaktoren für den unterrichtsbezogenen Einsatz digitaler Medien (Gil-Flores et al. 2017; Schmid et al. 2017). Befunde legen nahe, dass Lehrer im Vergleich zu Lehrerinnen häufiger digitale Medien im Unterricht einsetzen (Drossel et al. 2017; Tezci 2010). Lucas et al. (2021) zeigen auf, dass Lehrer im Vergleich zu Lehrerinnen häufiger digitale Medien für die methodische und pädagogische Unterrichtsgestaltung sowie Prüfungsgestaltung und -abnahme einsetzen. Gleichzeitig konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Umsetzung der konstruktiven Unterstützung und Individualisierung mithilfe digitaler Medien identifiziert werden (Lucas et al. 2021). Internationale Studien nahe legen, dass sich Lehrer im Vergleich zu Lehrerinnen kompetenter im Umgang mit digitalen Medien einschätzen (Rohatgi et al. 2016; Scherer et al. 2017). Differenziert betrachtet bestätigt sich auch für Lehrkräfte aus Deutschland, dass Lehrer sich im Vergleich zu Kolleginnen kompetenter in den Kompetenzbereichen Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln sowie Analysieren einschätzen (Rubach und Lazarides 2021a).

Auch die Berufserfahrung ist von Bedeutung für die Nutzung digitaler Medien im Unterricht – Lehrkräfte mit höherer Berufserfahrung integrieren digitale Medien seltener als Lehrkräfte mit geringer Berufserfahrung in ihren Unterricht (Gil-Flores et al. 2017; Tezci 2010). Angenommen wird, dass ältere Lehrkräfte mit höherer Berufserfahrung unsicherer im Umgang mit neuen digitalen Technologien sind und diese daher seltener einsetzen (López-Vargas et al. 2017).

Untersuchungen in Deutschland verdeutlichen zudem, dass Gymnasien gegenüber anderen Schulformen der Sekundarstufe technisch besser ausgestattet sind und

dass Gymnasiallehrkräfte digitale Medien vielseitiger im Unterricht nutzen (Schmid et al. 2017; Wetterich, Burghart und Rave 2014). Befunde der ICILS-Studie 2018 zeigen (Schaumburg et al. 2019), dass das Nutzungsverhalten der Schülerinnen und Schüler sich zwischen Schulformen unterscheidet: Lernende am Gymnasium berichten weniger häufig, digitale Medien in der Schule für schulbezogene Zwecke zu nutzen, aber gleichzeitig auch weniger häufig, niemals digitale Medien für solche Zwecke zu benutzen. Hier stellt sich die Frage, inwieweit sich Angaben der Lernenden und der Lehrkräfte decken und Lehrkräfte am Gymnasium weniger häufig digitale Medien im Unterricht zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen nutzen.

2.3 Die vorliegende Studie

Digitalisierung kann als Wandlungsprozess verstanden werden – digitale Technologien ergänzen und modernisieren analoge Unterrichtsprozesse und können Lehr- und Lernprozesse verändern (Irion und Scheiter 2018; Kerres 2018). Allerdings ist wenig darüber bekannt, inwiefern Lehrkräfte digitale Medien nutzen, um Unterricht im Sinne einer hohen Prozessqualität aktivierend, strukturiert, individualisierend und unterstützend zu gestalten. Die vorliegende Studie befasst sich mit der Frage, inwiefern – aus Sicht von Lehrkräften – digitale Medien zur Strukturierung, kognitiven Aktivierung, konstruktiven Unterstützung und zur Individualisierung eingesetzt werden. Ein weiteres Forschungsinteresse ist, Faktoren zu identifizieren, die mit der Umsetzung qualitativollen Unterrichtens mit digitalen Medien in Zusammenhang stehen. In der vorliegenden Studie wird dieses Desiderat adressiert und untersucht, inwieweit Schulmerkmale vermittelt über Lehrkräftemerkmale mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen assoziiert sind. Das angenommene Modell ist in Abb. 1 dargestellt. Wir untersuchen die folgenden Forschungsfragen und Hypothesen:

FF1 *Können die theoretisch und empirisch definierten Unterrichtsqualitätsdimensionen empirisch in einer Vier-Faktorenstruktur abgebildet werden?*

H1 Angenommen wird, dass sich folgende vier latente Faktoren abbilden lassen: kognitive Aktivierung, Strukturierung, Individualisierung und konstruktive Unterstützung (Klieme 2019; Lipowsky 2006).

FF2 *Inwieweit nutzen Lehrkräfte digitale Medien, um die Prozessqualität des Unterrichts in Bezug auf vier Unterrichtsqualitätsdimensionen umzusetzen?*

H2 Explorativ wird angenommen, dass digitale Medien häufiger dafür eingesetzt werden, den Unterricht zu strukturieren und im Unterricht zu unterstützen sowie Lehr-Lern-Prozesse zu individualisieren. Wir gehen davon aus, dass digitale Medien seltener dazu eingesetzt werden, Prozesse der kognitiven Aktivierung zu implementieren. Ausgangspunkt der Annahme ist, dass Prozesse der kognitiven Aktivierung digital schwieriger umsetzbar sein könnten (Klieme 2020).

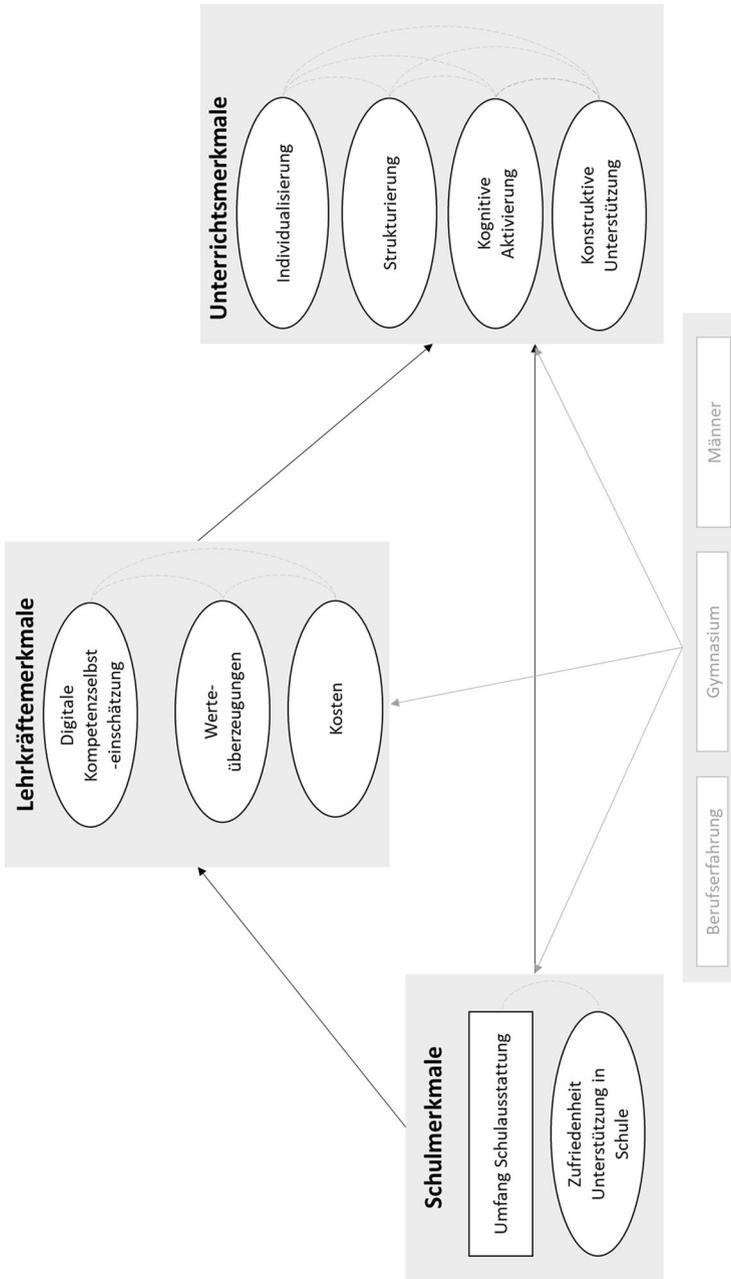


Abb. 1 Theoretisch angenommenes Modell auf Grundlage von Eccles et al. (1983) und Sundqvist et al. (2021)

FF3 *Inwieweit sind Schulmerkmale (technische Schulausstattung, Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien) indirekt über Lehrkräftemerkmale (digitale Kompetenzselbsteinschätzungen, Wertüberzeugungen, Kosten) mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen (kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung, Strukturierung) assoziiert?*

H3 Digitale Kompetenzselbsteinschätzungen sowie Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien sind positiv mit der selbstberichteten Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen assoziiert (siehe Amhag et al. 2019; Sundqvist et al. 2021).

H4 In Anlehnung an Befunde von Sipilä (2011) wird angenommen, dass die Kostenüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien negativ mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen assoziiert sind.

H5 Auf Grundlage theoretischer Annahmen (Eccles et al. 1983) und empirischer Befunde (Sundqvist et al. 2021) wird angenommen, dass die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien sowie die technische Schulausstattung indirekt über Lehrkräftemerkmale (digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen, Werte- und Kostenüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien) mit der selbstberichteten Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen assoziiert sind.

FF4 *Inwiefern erklären sozio-demografische Merkmale von Lehrkräften und Strukturmerkmale der Schule sowohl untersuchte Schulmerkmale (technische Schulausstattung, Zufriedenheit mit der schulischen Medienunterstützung), Lehrkräftemerkmale (digitale Kompetenzselbsteinschätzungen, Werte- und Kostenüberzeugungen) sowie die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen (kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung, Strukturierung)?*

H6 Lehrer nutzen im Vergleich zu Lehrerinnen häufiger digitale Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen und schätzen sich als digital kompetenter ein (Lucas et al. 2021).

H7 Lehrkräfte mit geringerer Berufserfahrung nutzen im Vergleich zu Lehrkräften mit höherer Berufserfahrung häufiger digitale Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen und schätzen sich als digital kompetenter ein (Gil-Flores et al. 2017; López-Vargas et al. 2017).

H8 Gymnasiallehrkräfte nutzen im Vergleich zu Lehrkräften anderer Sekundarschularten weniger digitale Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen (siehe Schaumburg et al. 2019).

3 Methode

3.1 Stichprobe

Für die vorliegende Studie wurden Daten von $n=280$ Lehrkräften (52,1 % weiblich) aus der DigiKompEL-Studie (Rubach und Lazarides 2017–2019; <https://www.researchgate.net/project/DigiKompEL-Einschaetzung-digitaler-Kompetenzen-bei-Lehramtsstudierenden-und-Lehrkraeften>) genutzt, in deren Kontext Lehrkräfte via Twitter und eines Newsletters des Fortbildungsunternehmens Fobizz im Befragungszeitraum von Januar bis Februar 2019 an einer 30-minütigen Online-Befragung teilnahmen. In der Studie wurde eine Teilstichprobe ($N=449$) jener Lehrkräfte genutzt, deren Fragebogendaten zu mindestens 75 % vollständig vorlagen ($n=337$) und die an einer Schule der Sekundarstufe tätig waren ($n=280$). Die Analyse fehlender Werte durch stichprobengrößenadjustierte t -Tests für unabhängige Stichproben (Bonferroni-Korrektur) zeigte, dass sich die Lehrkräfte, für die mehr als 75 % der Daten vorlagen, in den für diese Studie genutzten Variablen nicht signifikant von den Lehrkräften unterschieden, deren Angaben zu weniger als 75 % vorlagen.

Die Lehrkräfte in der Teilstichprobe unterrichteten an Schulen in allen deutschen Bundesländern¹. Das durchschnittliche Alter dieser Lehrkräfte lag bei 43,88 Jahren ($SD=10,00$), die durchschnittliche Berufserfahrung bei 13,78 Jahren ($SD=9,87$). Etwas weniger als die Hälfte der Lehrkräfte in der Teilstichprobe (42,5 %) arbeiteten an einem Gymnasium und etwas mehr als die Hälfte (57,5 %) an einer anderen Schulform der Sekundarstufe I und II. Etwa zwei Drittel der Lehrkräfte in der Teilstichprobe (69,3 %) waren Vollzeit beschäftigt. Die am häufigsten unterrichteten Fächer waren Informatik (35,7 %), Mathematik (28,9 %), Deutsch (21,4 %), Englisch (20,4 %), Geschichte (14,3 %), Chemie (12,1 %), Biologie (10,7 %) und Physik (10,7 %).²

Beachtet werden muss, dass die Stichprobe spezifische Charakteristika aufweist, die bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden müssen. Durch die Art der Erhebung ist es denkbar, dass eine spezifische Gruppe von Lehrkräften angesprochen wurde, nämlich Lehrkräfte, die sich aktiv mit den Prozessen der Digitalisierung im schulischen Kontext auseinandersetzen. Die Spezifität der Stichprobe wird auch daran deutlich, dass mehr als ein Drittel der Befragten Informatik als Schulfach unterrichten. Zur zusätzlichen Einordnung der genutzten Stichprobe wurde ein Vergleich zur Gesamtpopulation der Lehrkräfte in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2019) vorgenommen. Es zeigt sich, dass in der Stichprobe männliche Lehrkräfte überproportional vertreten sind.

¹ 18,6 % aus Nordrhein-Westfalen, 12,9 % Niedersachsen, 12,5 % aus Baden-Württemberg, 12,5 % aus Berlin, 8,9 % aus Bayern, 5,7 % aus Schleswig-Holstein, 5,4 % aus Brandenburg, 5,0 % aus Hamburg, 5,0 % aus Hessen, 3,6 % aus Sachsen, 2,5 % aus Thüringen, 1,4 % aus Mecklenburg-Vorpommern, 1,4 % aus Saarland, 1,1 % aus Rheinland-Pfalz, 1,1 % aus Sachsen-Anhalt, 0,7 % aus Bremen, und 1,8 % fehlende Angaben.

² 22,1 % der befragten Lehrkräfte gaben an, ein anderes, nicht im Fragebogen erfasstes Fach zu unterrichten.

3.2 Messinstrumente

Die Items aller Skalen sind in Tab. 5 im Anhang gelistet.

3.2.1 *Digitale Medien und Unterrichtsqualitätsdimensionen*

Die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen wurde in Anlehnung an Klieme (2020) und Lipowsky (2006) durch vier Skalen erfasst: Strukturierung, Kognitive Aktivierung, Konstruktive Unterstützung und Individualisierung. Daher wurden Originalskalen für die vorliegende Studie dahingehend umformuliert, dass gemessen wurde, ob und wie oft Strukturierung und konstruktive Unterstützung (Rakoczy und Klieme 2005), kognitive Aktivierung (Kunter et al. 2008) und Individualisierung (Clausen 2002) mithilfe digitaler Medien umgesetzt werden. Eine fünfstufige Antwortskala wurde genutzt (1 = in keiner Stunde, 2 = in sehr wenigen Stunden, 3 = in einigen Stunden, 4 = in den meisten Stunden, 5 = in jeder Stunde). Informationen zur Reliabilität und Validität der Skalen sind im Ergebnisteil der Studie beschrieben (Abschn. 4.1).

3.2.2 *Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zum Einsatz digitaler Medien*

Anhand mehrerer Items bewerteten Lehrkräfte ihre Zufriedenheit mit den Rahmenbedingungen zum Einsatz digitaler Medien an ihrer Schule. Dazu gehören beispielsweise der Umfang und die Qualität der IT-Ausstattung sowie verschiedene Formen der Unterstützung bei der Nutzung digitaler Medien. In Anlehnung an Sundqvist et al. (2021) wird in dieser Studie die Bedeutung der Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien untersucht. Daher wurden drei Items ausgewählt, die erfassen, wie zufrieden Lehrkräfte mit der technischen und medienpädagogischen Unterstützung sind sowie mit der Unterstützung durch die Schulleitung, welche sich auf die Nutzung digitaler Medien im schulischen Kontext bezieht. Das Antwortformat war sechsstufig und entspricht dem Schulnotenranking von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend). Für die vorliegende Studie wurden die Items umkodiert, sodass hohe Werte eine hohe Zufriedenheit darstellen. Die Skala weist eine akzeptable interne Konsistenz auf ($\omega = 0,74$; 95 % KI [0,67; 0,78]).

3.2.3 *Technische Schulausstattung*

Zur Erfassung der technischen Schulausstattung wurde ein Erhebungsinstrument von Breiter et al. (2010) verwendet, welches die Zugangsmöglichkeiten zu sieben digitalen Endgeräten in der Schule und spezifisch für den eigenen Unterricht erfasst. Folgende Endgeräte wurden berücksichtigt: Rechner im Unterrichtsraum, Computerraum, Laptop-Klassensätze, Tablet-Klassensätze, mobile Präsentationseinheiten, Smartboards sowie digitale Kameras, Fotokameras, Aufnahmegeräte. In der vorliegenden Studie wurde die Originalkodierung (0 = nicht an der Schule vorhanden; 1 = jederzeit Zugang im Unterricht; 2 = Zugang nur nach Anmeldung und Absprache; 3 = in unserer Schule nicht vorhanden) angepasst: 0 = nicht an der Schule vorhanden, 1 = an der Schule vorhanden. Hieraus wurde ein Summenscore gebildet, welcher eine

Aussage über die Anzahl beziehungsweise Vielfalt der an der Schule vorhandenen Endgeräte macht (Min/Max: 0/7).

3.2.4 Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht

Die Wertüberzeugungen der Lehrkräfte zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht wurden anhand von vier Subskalen (Wichtigkeit, Interesse, Nützlichkeit, Kosten) erhoben, die in Anlehnung an Eccles (2005) entwickelt wurden. Eine ähnliche Skala wurde von Rubach und Lazarides (2019) bereits an Lehramtsstudierenden validiert und in der vorliegenden Untersuchung mit geringfügigen Anpassungen für die Befragung von Lehrkräften adaptiert (siehe Rubach und Lazarides 2021a). Jede der vier Subskalen umfasst drei Items mit fünfstufigem Antwortformat von 1 = stimme gar nicht zu bis 5 = stimme voll und ganz zu. Alle Subskalen weisen eine gute interne Konsistenz auf (Interesse: $\omega = 0,90$; 95 % KI [0,86; 0,93]; Kosten: $\omega = 0,71$; 95 % KI [0,59; 0,77]; Wichtigkeit: $\omega = 0,86$; 95 % KI [0,81; 0,90]; Nützlichkeit: $\omega = 0,79$; 95 % KI [0,73; 0,84]). In der vorliegenden Studie wurden Interesse, Wichtigkeit und Nützlichkeit zu einem Faktor „Wertüberzeugungen“ zusammengefasst (Rubach und Lazarides 2021b), da hier hohe Korrelationen vorliegen. Die interne Konsistenz des latenten Faktors „Wertüberzeugungen“ ist gut ($\omega = 0,89$; 95 % KI [0,85; 0,92]).

3.2.5 Digitale Kompetenzselbsteinschätzungen

Basierend auf dem Instrument von Rubach und Lazarides (2021a) wurde erfasst, wie kompetent Lehrkräfte sich in den grundlegenden (berufsunabhängigen) Kompetenzfacetten zum Umgang mit digitalen Medien einschätzen. Für jeden der sechs Kompetenzbereiche (Suchen und Verarbeiten, Kommunizieren und Kooperieren, Problemlösen und Handeln, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Analysieren und Reflektieren) wurde ein Item integriert, welches am höchsten auf den jeweiligen Faktor lädt. Zudem wurde in Anlehnung an Siddiq et al. (2016) ein Item integriert, welches einen weiteren Kompetenzbereich, genauer die kompetente Nutzung von Hard- und Software, abbildet. Die insgesamt sieben Items wurden mit fünfstufigem Antwortformat von 1 = stimme gar nicht zu bis 5 = stimme voll und ganz zu bewertet. Die interne Konsistenz der Skala ist gut ($\omega = 0,87$; 95 % KI [0,84; 0,90]).

3.2.6 Soziodemografische Merkmale und Strukturmerkmale

Das *Geschlecht* der Lehrkräfte wurde binär kodiert (0 = weiblich, 1 = männlich). Die *Berufserfahrung* wurde über die Anzahl der Jahre, die die befragte Person bereits als Lehrkraft arbeitet, erfasst. Die *Schulform*, als relevantes Strukturmerkmal der Schule, wurde über eine dichotomisierte Variable erfasst (0 = weitere Schulformen der Sekundarstufe I + II, 1 = Gymnasium). Geschlecht, Berufserfahrung und Schulform wurden als Kovariaten in das Modell integriert.

3.3 Statistische Analysen

Zur Überprüfung der ersten Fragestellung wurde die faktorielle Struktur der von Lehrkräften berichteten Nutzung digitaler Medien zur Strukturierung, kognitiven Aktivierung, konstruktiven Unterstützung und Individualisierung mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse (CFA) überprüft. Da unterschiedliche Faktorenladungen der einzelnen Items angenommen werden können, wurde in der CFA ein τ -kongenerisches Modell genutzt. Als Beurteilung der internen Konsistenz der Skalen wurde McDonald's ω verwendet (Eid und Schmidt 2014).

Zur Untersuchung der indirekten Zusammenhänge zwischen Schulmerkmalen und den Unterrichtsqualitätsdimensionen vermittelt über Lehrkräftemerkmale wurde ein Strukturgleichungsmodell spezifiziert und schrittweise aufgebaut. Im ersten Schritt (Modell 1) wurde der Zusammenhang zwischen Schulmerkmalen, Lehrkräftemerkmale (als vermittelnder Faktor) und den Unterrichtsqualitätsdimensionen spezifiziert. Im zweiten Schritt (Modell 2) wurden die Kovariaten in das Modell integriert und indirekte Effekte getestet.

Alle Analysen wurden mit *Mplus* 8.1 (Muthen und Muthen 2018) durchgeführt. Fehlende Werte wurden mittels Full-Information-Maximum-Likelihood-Schätzverfahren geschätzt. Zur Beurteilung der Modellgüte der CFA und der Strukturgleichungsmodelle wurden nach Hu und Bentler (1999) folgende Gütekriterien überprüft: der RMSEA, der Cooperative-Fit-Index (CFI) und der Tucker-Lewis-Index (TLI) und das SRMR. Die Modellpassung gilt hiernach als gut, wenn der RMSEA-Wert unter 0,06 liegt, der CFI- und TLI-Wert jeweils über 0,95 sowie das SRMR unter 0,08.

4 Ergebnisse

4.1 Faktorenstruktur

Die Ergebnisse der konfirmatorischen Faktorenanalyse (Forschungsfrage 1) verdeutlichen, dass das 4-Faktoren-Modell eine gute Passung zu den empirischen Daten aufweist: $\chi^2(48) = 61,80$, $p = 0,09$, RMSEA = 0,03, CFI = 0,99, TLI = 0,99, SRMR = 0,03. Das in Abb. 2 dargestellte Modell setzt sich aus den Faktoren Strukturierung ($\omega = 0,88$; 95 % KI [0,84; 0,91]), Individualisierung ($\omega = 0,85$; 95 % KI [0,81; 0,88]), kognitive Aktivierung ($\omega = 0,89$; 95 % KI [0,86; 0,92]) und konstruktive Unterstützung ($\omega = 0,82$; 95 % KI [0,77; 0,86]) zusammen. Alle Faktoren werden mit jeweils drei Items erfasst, deren Faktorladungen in einem Bereich von $\lambda = 0,70$ bis $\lambda = 0,92$ liegen. Zwischen allen vier Faktoren (Strukturierung, kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Individualisierung) zeigen sich jeweils signifikante mittelstark bis stark positive Zusammenhänge im Bereich $r = 0,51$ bis $r = 0,76$.

4.2 Deskriptive Befunde und Skaleninterkorrelationen

Die deskriptiven Maße und Interkorrelationen der untersuchten Konstrukte sind in Tab. 1 abgebildet. Ergebnisse zur Forschungsfrage 2 zeigen, dass Lehrkräfte im

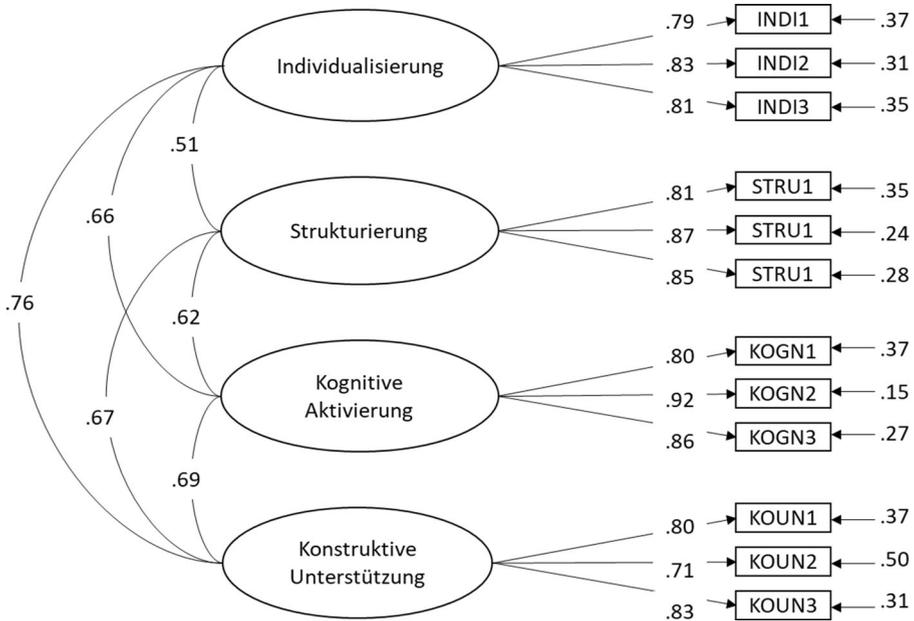


Abb. 2 Vier-faktorielle Struktur der Skala zu den digital gestützten Unterrichtsstrategien. Abgebildet sind Korrelationen, Faktorladungen und Residualvarianzen

Durchschnittangaben, in einigen Stunden digitale Medien zur Strukturierung ihres Unterrichts zu nutzen ($M=3,37$, $SD=0,99$). Die kognitive Aktivierung ($M=2,72$, $SD=0,89$), Individualisierung ($M=2,68$, $SD=0,94$) und konstruktive Unterstützung ($M=2,59$, $SD=0,91$) im Unterricht wird mithilfe digitaler Medien in sehr wenigen bis einigen Stunden umgesetzt.

4.3 Zusammenhänge zwischen den Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht und digital gestützter Unterrichtsqualität

Zur Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4 wurde ein Strukturgleichungsmodell schrittweise berechnet (Modell 1: ohne Aufnahme der Kovariaten, Modell 2: Aufnahme aller Prädiktoren, siehe Abb. 3). Die Gütekriterien der Modelle verweisen auf eine gute Passung zu den Daten (Modell 1: χ^2 (521) 759,94, $p=0,00$; RMSEA=0,04, 90% KI [0,03; 0,05]; CFI=0,95, TLI=0,95; SRMR=0,05; Modell 2: χ^2 (601) 859,05, $p=0,00$; RMSEA=0,04, 90% KI [0,03; 0,05]; CFI=0,95, TLI=0,94; SRMR=0,05). Beta-Koeffizienten, Standardfehler, Signifikanzniveaus und zugehörige Konfidenzintervalle sind in Tab. 2, 3 und 4 dargestellt. Die Effektstärken der jeweiligen Beta-Koeffizienten sind in Anlehnung an Peterson und Brown (2005) zusammen mit Beta-Koeffizienten und p -Werten im Text berichtet.

Die Ergebnisse des finalen Modells zeigen positive Zusammenhänge zwischen Schulmerkmalen, Lehrkräftermerkmalen und Unterrichtsmerkmalen. Die technische Schulausstattung hängt positiv mit der Umsetzung der kognitiven Aktivierung mithilfe digitaler Medien zusammen ($\beta=0,16$, $p=0,01$, $r=0,21$). Die Zufriedenheit mit

Tab. 1 Deskriptive Statistiken, Interkorrelationen (*obere Zeile*) und zugehörige 95 % Konfidenzintervalle (*untere Zeile*) zwischen den untersuchten Variablen für $n = 280$ Lehrkräfte

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Technische Schulausstattung	AUST	-	0,19** [0,05; 0,32]	-0,05 [-0,20; 0,10]	0,02 [-0,20; 0,10]	0,13 [-0,01; 0,26]	0,19 [0,06; 0,32]	0,14 [0,00; 0,28]	0,12 [-0,02; 0,26]	0,15* [0,02; 0,27]	-0,03 [-0,16; 0,09]	0,02 [-0,10; 0,15]
2 Schuli- sche Unter- stützung	MEUN	-	0,09 [-0,05; 0,23]	-0,06 [-0,22; 0,10]	0,21 [0,07; 0,34]	0,16 [0,02; 0,30]	0,19 [0,05; 0,32]	0,28 [0,14; 0,42]	0,24 [0,10; 0,38]	0,14* [0,01; 0,28]	-0,09 [-0,22; 0,04]	0,03 [-0,11; 0,16]
3 Werte- überzeu- gungen	WERT	-	-	-0,51 [-0,64; -0,39]	0,45*** [0,34; 0,56]	0,47*** [0,36; 0,58]	0,45*** [0,34; 0,55]	0,45*** [0,34; 0,56]	0,52*** [0,42; 0,62]	0,10 [-0,02; 0,23]	0,02 [-0,11; 0,12]	0,01 [-0,12; 0,13]
4 Kosten	KOST	-	-	-	-0,21* [-0,36; -0,05]	-0,20** [-0,35; -0,06]	-0,20** [-0,35; -0,06]	-0,17 [-0,32; -0,03]	-0,28*** [-0,42; -0,14]	-0,05 [-0,19; 0,09]	0,04 [-0,10; 0,18]	0,01 [-0,14; 0,15]
5 Digitale Kompetenz	KOMP	-	-	-	-	0,35*** [0,23; 0,47]	0,35*** [0,24; 0,47]	0,37*** [0,24; 0,49]	0,41*** [0,29; 0,53]	0,23*** [0,11; 0,35]	0,16*** [0,04; 0,28]	0,04 [-0,09; 0,17]
6 Struktu- rierung	STRU	-	-	-	-	-	0,62*** [0,53; 0,71]	0,66*** [0,58; 0,76]	0,51*** [0,40; 0,62]	0,17** [0,05; 0,29]	-0,11 [-0,23; 0,01]	0,03 [-0,18; 0,08]
7 Kognitive Aktivierung	KOGN	-	-	-	-	-	-	0,69*** [0,61; 0,76]	0,66*** [0,57; 0,74]	0,07 [-0,05; 0,19]	-0,12** [-0,25; -0,00]	0,03 [-0,09; 0,15]
8 Kon- struktive Unterstüt- zung	KOUN	-	-	-	-	-	-	-	0,76*** [0,68; 0,84]	0,19*** [0,07; 0,32]	-0,14* [-0,26; -0,01]	-0,02 [-0,15; 0,11]
9 Individua- lisierung	INDI	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13 [-0,00; 0,25]	-0,07 [-0,19; 0,06]	0,09 [-0,04; 0,21]

Tab. 1 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 Männer	MÄN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,06 [-0,18; 0,06]	-0,09 [-0,21; 0,03]
11 Gymnasiallehrkräfte	GYM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02 [-0,13; 0,10]
12 Berufserfahrung	BERF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>n</i>	236	263	280	280	280	276	277	266	278	279	280	278
<i>M</i>	4,78	3,57	4,48	2,48	4,23	3,37	2,72	2,59	2,68	-	-	-
<i>SD</i>	1,33	1,20	0,63	0,91	0,65	0,99	0,89	0,91	0,94	-	-	-
Range	0-7	1-6	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	-	-	-
λ	-	0,64-0,88	0,89-0,96	0,58-0,96	0,57-0,77	0,81-0,81	0,81-0,87	0,79-0,92	0,70-0,83	0,80-0,83	-	-

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

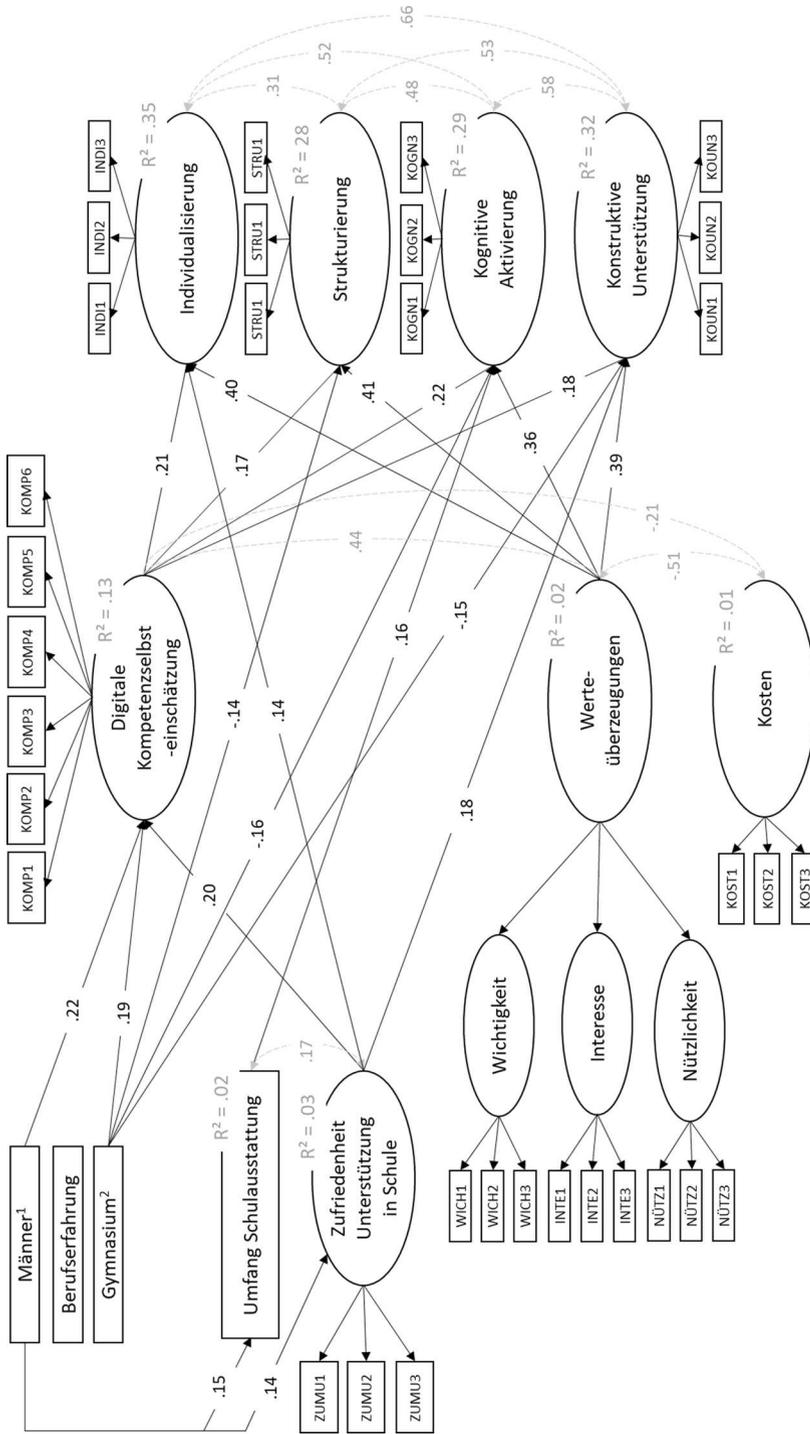


Abb. 3 Latentes Strukturgleichungsmodell zu den untersuchten Zusammenhängen zwischen schulischen und individuellen Faktoren zur Erklärung digital gestützter Unterrichtsstrategien. (Dargestellt sind ausschließlich Zusammenhänge mit einem $p < 0,05$. Die zugehörigen Items zu den latenten Faktoren sind in Tab. 5 gelistet. ¹Die Referenzkategorie zum Geschlecht der Lehrkräfte sind Männer. ²Die Referenzkategorie zur Schulform sind Gymnasien)

Tab. 2 Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells (Modell 1)

	WERT			KOST			KOMP			STRU			KOGN			KOUN			INDI					
	β	SD	95% KI	p	β	SD	95% KI	p	β	SD	95% KI	p	β	SD	95% KI	p	β	SD	95% KI	p	β	SD	95% KI	
AUST	0,04	0,07	[-0,10; 0,17]	0,60	-0,04	0,07	[-0,19; 0,12]	0,63	0,09	0,06	[-0,03; 0,21]	0,14	0,15	0,06	[-0,03; 0,27]	0,02	0,08	0,07	[-0,04; 0,21]	0,20	0,06	0,06	0,06	0,31
MEUN	0,08	0,07	[-0,06; 0,22]	0,24	-0,05	0,08	[-0,21; 0,11]	0,55	0,08	0,07	[-0,05; 0,21]	0,24	0,09	0,07	[-0,04; 0,22]	0,17	0,20	0,07	[-0,07; 0,34]	0,00	0,15	0,07	0,15	0,07
WERT	-	-	-	-	-	-	-	-	0,41	0,08	[-0,25; 0,57]	0,00	0,37	0,08	0,00	0,39	0,09	0,00	0,00	0,00	0,40	0,08	0,40	0,00
KOST	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	0,09	[-0,12; 0,21]	0,41	0,03	0,09	0,72	0,08	0,09	0,41	0,08	0,09	-0,02	0,08	-0,02	0,80
KOMP	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,07	[-0,01; 0,29]	0,04	0,17	0,07	0,01	0,16	0,07	0,03	[-0,10; 0,26]	0,01	0,19	0,07	0,19	0,07
R^2	0,01	-	-	-	0,00	-	-	0,04	0,26	-	0,26	-	0,26	-	0,29	-	0,29	-	0,31	-	0,34	-	0,34	

Tab. 3 Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells (Modell 2)

	AUST			MEUN			WERT			KOST			KOMP		
	β	SD	p												
AUST	-			-			0,02	0,07	0,74	-0,03	0,08	0,67	-0,05	0,07	0,49
MEUN	-			-			0,08	0,07	0,29	-0,05	0,08	0,56	0,20	0,07	0,01
WERT	-			-			-			-			-		
KOST	-			-			-			-			-		
KOMP	-			-			-			-			-		
MÄN	0,15	0,06	0,02	0,14	0,07	0,04	0,09	0,06	0,15	-0,04	0,07	0,62	0,22	0,06	0,00
GYM	-0,03	0,06	0,70	-0,08	0,07	0,24	0,03	0,06	0,63	0,03	0,07	0,68	0,19	0,06	0,00
BERF	0,04	0,07	0,57	0,04	0,07	0,56	0,02	0,06	0,81	0,00	0,07	0,96	0,06	0,06	0,33
R ²	0,02			0,03			0,02			0,01			0,12		

Tab. 4 Ergebnisse des Strukturgleichungsmodells (Modell 2) [Fortsetzung]

	STRU			KOGN			KOUN			INDI		
	β	SD	p	β	SD	p	β	SD	p	β	SD	p
AUST	0,08	0,06	0,19	0,16	0,06	0,01	0,08	0,06	0,24	0,06	0,06	0,32
	[-0,04; 0,20]			[0,04; 0,28]			[-0,05; 0,20]			[-0,06; 0,19]		
MEUN	0,06	0,07	0,40	0,07	0,07	0,26	0,18	0,07	0,01	0,14	0,07	0,04
	[-0,08; 0,19]			[-0,06; 0,20]			[0,04; 0,31]			[0,00; 0,27]		
WERT	0,41	0,08	0,00	0,36	0,08	0,00	0,39	0,09	0,00	0,40	0,08	0,00
	[0,25; 0,57]			[0,21; 0,52]			[0,22; 0,56]			[0,25; 0,56]		
KOST	0,06	0,08	0,49	0,04	0,09	0,62	0,09	0,09	0,36	-0,02	0,08	0,85
	[-0,11; 0,22]			[-0,13; 0,22]			[-0,10; 0,27]			[-0,18; 0,15]		
KOMP	0,17	0,07	0,02	0,22	0,07	0,00	0,18	0,08	0,02	0,21	0,07	0,01
	[0,03; 0,32]			[0,08; 0,36]			[0,03; 0,33]			[0,06; 0,35]		
MÄN	0,06	0,06	0,31	-0,06	0,06	0,33	0,07	0,06	0,29	0,01	0,06	0,89
	[-0,06; 0,18]			[-0,17; 0,06]			[-0,06; 0,19]			[-0,11; 0,12]		
GYM	-0,14	0,06	0,02	-0,16	0,06	0,01	-0,15	0,06	0,01	-0,09	0,06	0,12
	[-0,25; -0,02]			[-0,25; -0,02]			[-0,27; -0,05]			[-0,20; 0,02]		
BERF	-0,06	0,06	0,30	0,00	0,06	0,94	-0,03	0,06	0,58	0,07	0,06	0,23
	[-0,17; 0,05]			[-0,10; 0,11]			[-0,15; 0,08]			[-0,04; 0,18]		
R ²	0,29			0,29			0,32			0,35		

der schulischen Medienunterstützung hängt mit digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen ($\beta=0,20$, $p=0,01$, $r=0,25$) sowie mit der selbstberichteten Umsetzung der konstruktiven Unterstützung ($\beta=0,18$, $p=0,01$, $r=0,23$) und Individualisierung zusammen ($\beta=0,14$, $p=0,04$, $r=0,19$). Die von den Lehrkräften berichteten Wertüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien stehen in positivem Zusammenhang mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der kognitiven Aktivierung ($\beta=0,36$, $p<0,001$, $r=0,41$), konstruktiven Unterstützung ($\beta=0,39$, $p<0,001$, $r=0,44$), Individualisierung ($\beta=0,40$, $p<0,001$, $r=0,45$) sowie Strukturierung ($\beta=0,41$, $p<0,001$, $r=0,46$). Auch die von den Lehrkräften berichteten digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen hängen positiv mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der kognitiven Aktivierung ($\beta=0,22$, $p<0,001$, $r=0,27$), konstruktiven Unterstützung ($\beta=0,18$, $p=0,02$, $r=0,23$), Individualisierung ($\beta=0,21$, $p=0,01$, $r=0,26$) sowie Strukturierung zusammen ($\beta=0,17$, $p<0,001$, $r=0,22$). Die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung bei der Nutzung digitaler Medien wirkt indirekt über die digitale Kompetenzselbsteinschätzung auf die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Individualisierung ($\beta_{\text{ind}}=0,04$, $SE=0,02$, $p=0,05$, 95 % KI [0,00; 0,08], $r=0,09$) und kognitiven Aktivierung ($\beta_{\text{ind}}=0,04$, $SE=0,02$, $p=0,04$, 95 % KI [0,00; 0,08], $r=0,09$).

Lehrer schätzen sich im Vergleich zu Lehrerinnen als digital kompetenter ein ($\beta=0,22$, $p<0,001$, $r=0,27$). Gymnasiallehrkräfte schätzen sich im Vergleich zu Lehrkräften, die an anderen Schularten der Sekundarstufe unterrichten, ebenfalls als digital kompetenter ein ($\beta=0,19$, $p<0,001$, $r=0,24$). Die technische Schulausstattung ($\beta=0,15$, $p=0,02$, $r=0,20$) sowie die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung bei der Nutzung digitaler Medien ($\beta=0,14$, $p=0,04$, $r=0,19$) sind positiv mit dem Geschlecht der Lehrkräfte assoziiert. Zudem berichten Gymnasiallehrkräfte im Vergleich zu Lehrkräften anderer Schularten der Sekundarstufe seltener, dass digitale Medien zur Umsetzung von kognitiver Aktivierung ($\beta=-0,16$, $p=0,01$, $r=-0,21$), Strukturierung ($\beta=-0,14$, $p=0,02$, $r=-0,19$) und konstruktiver Unterstützung ($\beta=-0,15$, $p=0,01$, $r=-0,20$) eingesetzt werden. Zusätzliche Analysen zeigen auf, dass diese negativen Effekte durch digitale Kompetenzselbsteinschätzungen erklärt werden (Gymnasium \rightarrow Kompetenzselbsteinschätzungen \rightarrow Individualisierung: $\beta_{\text{ind}}=0,04$, $SE=0,02$, $p=0,04$, 95 % KI [0,00; 0,08], $r=0,09$), Gymnasium \rightarrow Kompetenzselbsteinschätzungen \rightarrow kognitive Aktivierung ($\beta_{\text{ind}}=0,04$, $SE=0,02$, $p=0,03$, 95 % KI [0,00; 0,08], $r=0,09$).

5 Diskussion

Eine aktuelle Herausforderung der Bildungsforschung ist die systematische Analyse der Schnittstellen zwischen Forschung zu Tiefenstrukturen des Unterrichts und Forschung zur Veränderung von Unterrichtsprozessen durch digitale Medien. Ziel der vorliegenden Studie ist daher die empirische Untersuchung der Nutzung digitaler Medien zur Gestaltung qualitativvoller Unterrichtsprozesse. Unsere Annahmen bestätigend (Hypothese 1) konnte die angenommene Faktorenstruktur aufgezeigt werden – die angenommenen Unterrichtsdimensionen kognitive Aktivierung, kon-

strukturelle Unterstützung, Strukturierung sowie Individualisierung wurden anhand der vorliegenden Daten identifiziert. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie verdeutlichen zudem wie angenommen (Hypothese 2), dass Lehrkräfte digitale Medien zur Strukturierung von Unterrichtsprozessen nutzen sowie diese implementieren, um Prozesse der kognitiven Aktivierung, konstruktiven Unterstützung und Individualisierung umzusetzen. Jedoch zeigte sich nicht, dass digitale Medien weniger häufig genutzt werden, um Unterrichtsprozesse kognitiv aktivierend zu gestalten.

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen des Weiteren, dass die grundlegenden (berufsunabhängigen) digitalen Kompetenzselbsteinschätzungen den Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien und der Umsetzung der kognitiven Aktivierung und Individualisierung mithilfe digitaler Medien vermitteln.

5.1 Schulmerkmale und der Einsatz digitaler Medien

Die Befunde der Studie verweisen darauf, dass Lehrkräfte höhere digitale Kompetenzselbsteinschätzungen berichten, wenn sie zufriedener mit der schulischen Unterstützung bei der Nutzung digitaler Medien sind. Diese Befunde zeigen sich auch in der Analyse von Sundqvist et al. (2021). Überraschend ist, dass eine zufriedenstellende schulische Medienunterstützung nicht mit geringeren wahrgenommenen Kosten (z. B. Zeitaufwand) zusammenhängt. Die technische Schulausstattung war positiv mit der kognitiven Aktivierung assoziiert. Diese Ergebnisse bestätigen vorherige Befunde von Lucas et al. (2021), die verdeutlichen, dass die Anzahl der in der Schule zur Verfügung stehenden digitalen Geräte mit der Nutzung digitaler Medien in Unterrichtsprozessen korrelieren. Für die konstruktive Unterstützung, Strukturierung und Individualisierung mit digitalen Medien zeigte die technische Schulausstattung hingegen keine Relevanz. Dieses Ergebnis könnte darauf hinweisen, dass nur für die Umsetzung bestimmter Unterrichtsaktivitäten eine vielfältige technische Schulausstattung benötigt wird, beispielsweise wenn Lernende digitale Medien nutzen sollen (so wie in dem Messinstrument zur kognitiven Aktivierung erfasst).

5.2 Individuelle Überzeugungen der Lehrkräfte und der Einsatz digitaler Medien

Auch unsere Annahmen zu der Bedeutung individueller Überzeugungen (Hypothese 3) für den Einsatz digitaler Medien konnte bestätigt werden. Die Befunde entsprechen theoretischen Annahmen des Erwartungs-Wert-Modells (Eccles et al. 1983). Aufgezeigt wird, dass Wertüberzeugungen und digitale (berufsunabhängige) Kompetenzselbsteinschätzungen bedeutsam für das berufsbezogene Nutzungsverhalten digitaler Medien von Lehrkräften sind (Backfisch et al. 2021; Petko 2012). Daraus lässt sich einerseits ableiten, dass Lehrkräfte sich digital kompetent wahrnehmen müssen und andererseits schlussfolgern, dass Lehrkräfte den Wert zum Einsatz digitaler Medien erkennen müssen, damit sie digitale Medien zur Umsetzung qualitätsvoller Unterrichtsprozesse einsetzen.

Entgegen unserer Annahmen (Hypothese 4) konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden, dass die wahrgenommenen Kosten die Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen mithilfe digitaler Medien hemmen. Damit können Annahmen des Erwartungs-Wert-Modells (Eccles et al. 1983) nicht bestätigt werden, dass Individuen insbesondere dann Handlungen ausführen, wenn diese mit niedrig empfundenen (psychologischen) Kosten verbunden sind. Eine mögliche Erklärung für diese Befunde ist, dass sich in der vorliegenden Stichprobe nur eine sehr geringe Wahrnehmung psychologischer Kosten in Bezug auf digitale Medien zeigte ($M=2,48$, $SD=0,91$). Andererseits könnte die berufliche Verpflichtung von Relevanz sein – auch wenn Lehrkräfte mit dem Einsatz digitaler Medien Kosten verbinden, könnten sie es als wichtige berufliche Verantwortung wahrnehmen, Lernenden die Möglichkeit zu geben, mit, von und über Medien zu lernen und daher unabhängig der wahrgenommenen psychologischen Kosten digitale Medien in Unterrichtsprozessen einsetzen.

Bestätigend zu Hypothese 5 verweisen unsere Ergebnisse darauf, dass die Zufriedenheit mit der schulischen Unterstützung zur Nutzung digitaler Medien vermittelt über die digitale (berufsunabhängige) Kompetenzselbsteinschätzungen mit der Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen durch die Nutzung digitaler Medien zusammenhängt. Damit kann die Annahme des Erwartungs-Wert-Modells von Eccles et al. (1983) dahingehend bestätigt werden, dass Umweltfaktoren (Schulmerkmale) vermittelt über motivationale Überzeugungen (Lehrerüberzeugungen) auf Verhaltensweisen (Unterrichtspraktiken) wirken. Jedoch sollte an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die Befunde dieser Studie querschnittlich sind. Interessant ist zudem, dass Sundqvist et al. (2021) einen negativen Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit zur schulischen Unterstützung und der Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen mithilfe digitaler Medien demonstrierten. Die Autorengruppe diskutierte diesbezüglich, inwiefern Lehrkräfte, welche die Unterstützung durch die Schule bei der Nutzung digitaler Medien in Anspruch nehmen, weniger digital kompetent sind und daher mehr Unterstützung benötigen.

5.3 Die Bedeutung soziodemografischer Merkmale der Lehrkräfte und struktureller Merkmale der Schule

Unsere Annahme zur Bedeutung des Geschlechts (Hypothese 6) konnte nur teilweise bestätigt werden. In unserer Studie fanden wir keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Lehrkräfte und der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualität. Demnach können die Ergebnisse von Drossel et al. (2017) und Tezci (2010), die einen Zusammenhang zwischen Geschlecht und Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht nahelegen, nicht für die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsprozessqualität repliziert werden. Auch Lucas et al. (2021) zeigten, dass Lehrer im Vergleich zu Lehrerinnen häufiger digitale Medien zur Prüfungsgestaltung und -abnahme sowie insgesamt zur methodischen und pädagogischen Unterrichtsgestaltung einsetzen. Angesichts unserer Befunde stellt sich für zukünftige Studien die Frage, inwiefern die geschlechtsspezifische Mediensozialisation eine Relevanz für die Häufigkeit, nicht aber für die Art der Nutzung digitaler Medien innehat.

Unsere Annahmen bestätigend (Hypothese 6) konnten bisherige Befunde (Rohatgi et al. 2016; Scherer et al. 2017) repliziert werden, da Lehrer im Vergleich zu Lehrerinnen höhere grundlegende (berufsunabhängige) digitale Kompetenzselbsteinschätzungen berichteten. Die Frage, die sich anschließend stellt, ist, welche Faktoren Lehrerinnen darin bestärken, digitale Medien einzusetzen, wenn sie ihre eigenen Fähigkeiten zum kompetenten Umgang mit digitalen Medien im Vergleich zu männlichen Lehrkräften jedoch als weniger ausgeprägt wahrnehmen.

Wichtig zu diskutieren ist der aufgezeigte Zusammenhang zwischen Geschlecht und technischer Schulausstattung. Angenommen werden könnte, dass der Zusammenhang zwischen Schulausstattung und Geschlecht nur dann signifikant ist, wenn Lehrkräfte ein STEM-Fach unterrichten. In unserer Stichprobe berichten Lehrer signifikant häufiger davon, Informatik ($\chi^2(1) = 6,04, p = 0,01$), Physik ($\chi^2(1) = 4,86, p = 0,03$), Sport ($\chi^2(1) = 7,86, p = 0,00$) und Arbeit-Wirtschaft-Technik ($\chi^2(1) = 7,86, p = 0,01$) zu unterrichten. Frauen in dieser Stichprobe hingegen geben proportional häufiger an, dass sie Englisch ($\chi^2(1) = 13,10, p = 0,00$), Französisch ($\chi^2(1) = 10,43, p = 0,00$) und Kunst ($\chi^2(1) = 6,59, p = 0,01$) unterrichten. Zusätzliche Analysen machen deutlich, dass der Zusammenhang zwischen Schulausstattung und Geschlecht nur dann signifikant ist, wenn Lehrkräfte ein STEM-Fach unterrichten ($\beta = 0,83, SE = 0,35, 90\% \text{ KI } [0,24; 1,12], p = 0,02$; Simple Slope (STEM): $\beta_{STEM} = 0,68, S.E. = 0,22; p = 0,00, 90\% \text{ KI } [0,24; 1,12]$, Simple Slope (kein STEM): $\beta_{NOSTEM} = -16, S.E. = 0,27; p = 0,57, 90\% \text{ KI } [-0,69; 0,38]$). Angenommen werden könnte, dass Lehrkräfte in STEM-Fächern häufiger Medien benötigen und auch nutzen, um zu unterrichten.

Die Annahme, dass die Berufserfahrung negativ mit der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen korreliert (Hypothese 7), konnte nicht bestätigt werden. Die vorliegende Untersuchung kann damit den negativen Zusammenhang zwischen Berufserfahrung und der Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien im Unterricht aus früheren Studien (siehe Gil-Flores et al. 2017; Tezci 2010) nicht bestätigen.

Hypothese 8 konnte bestätigt werden – Gymnasiallehrkräfte gaben im Vergleich zu Lehrkräften anderer Sekundarschulformen an, weniger häufig digitale Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualität zu nutzen. Interessanterweise zeigen Befunde, dass digitale Medien an Gymnasien insgesamt häufiger eingesetzt werden (Schmid et al. 2017; Wetterich et al. 2014). Jedoch können Befunde der ICILS-Studie 2018 (Schaumburg et al. 2019) durch die vorliegende Studie bestätigt werden, die darauf verweisen, dass Lernende am Gymnasium weniger häufig berichten, digitale Medien in der Schule für schulbezogene Zwecke zu nutzen. Auch mit Daten von Lehrkräften in dieser Studie zeigt sich, dass Gymnasiallehrkräfte tendenziell weniger häufig digitale Medien zur Strukturierung, kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung nutzen.

5.4 Limitationen und Ausblick

Eine Limitation der Studie ist, dass Lehrkräfte aus dem Bereich Informatik in der Stichprobe überproportional vertreten sind. Der fachliche Hintergrund der Lehrkräfte könnte mit einer hohen Affinität zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht

verbunden sein. Nachfolgende Untersuchungen, die Populationen von Lehrkräften aus verschiedenen Fachbereichen einbeziehen, sind notwendig. Insgesamt sollten die Ergebnisse unserer Studie in weiterführenden Studien anhand weiterer Stichproben validiert werden. Nochmals wird darauf verwiesen, dass durch die Art der Erhebung (Onlinebefragung über Twitter und Fobizz) eine spezifische Gruppe von Lehrkräften angesprochen wurde, die häufiger digitale Medien nutzen könnte. Zudem sind in unserer Stichprobe im Vergleich zur Gesamtverteilung von Lehrkräften (Statistisches Bundesamt 2019) proportional mehr männliche Lehrkräfte vertreten. Des Weiteren beziehen unsere Analysen nur Lehrkräfte ein, die an Schulen der Sekundarstufe tätig sind. Wünschenswert wäre es, die aufgezeigten Zusammenhänge im Vergleich von Grund- und Sekundarschullehrkräften sowie von Lehrerinnen und Lehrern anhand einer repräsentativeren Stichprobe zu prüfen. Trotz der Spezifität der vorliegenden Stichprobe konnten Befunde aus internationalen Studien (Sundqvist et al. 2021; Lucas et al. 2021) repliziert werden. Unsere Befunde verweisen auf die Notwendigkeit einer zufriedenstellenden Unterstützung durch die Schule, hoher digitaler (berufsunabhängiger) Kompetenzselbsteinschätzung und positiver Wertüberzeugungen der Lehrkräfte bezüglich des Einsatzes digitaler Medien für eine qualitätsvolle Umsetzung des Unterrichts durch die Nutzung digitaler Medien.

In der hier vorliegenden Studie wurden Lehrkräfte gefragt, inwiefern digitale Medien zur Umsetzung von Unterrichtsqualitätsdimensionen genutzt werden (Klieme 2019). Jedoch können wir keine Aussagen darüber treffen, inwieweit die Nutzung digitaler Medien in diesem Zusammenhang zu einer effektiveren Förderung der Bildungsentwicklung von Lernenden beiträgt. Zudem wurden die Unterrichtsqualitätsdimensionen über Selbstberichte erfasst, sodass die in der Untersuchung gefundenen Zusammenhänge auf einen common method bias zurückführbar sein können (Siemsen et al. 2010). Gegen diese Annahme spricht jedoch, dass nicht alle subjektiven Überzeugungen von gleicher Relevanz für die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen sind.

5.5 Wissenschaftliche und praktische Implikationen

Zusammenfassend ermöglicht die vorliegende Studie einen differenzierten Blick auf die Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung verschiedener Unterrichtsqualitätsdimensionen. Es konnte ein reliables Instrument für die theoriegeleitete Erfassung der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung der Unterrichtsqualitätsdimensionen vorgelegt werden – damit ist eine differenzierte Analyse der unterrichtlichen Nutzung digitaler Medien ermöglicht.

Für die zukünftige Forschung zeigt sich die Notwendigkeit weiterführender Untersuchungen zu den Wirkzusammenhängen zwischen Schulmerkmalen, Lehrkräftemerkmalen und der Nutzung digitaler Medien zur Umsetzung qualitätsvoller Unterrichtsprozesse. Da unsere Studie querschnittliche Zusammenhangsmuster untersucht hat, sollten die identifizierten Zusammenhänge in zukünftigen längsschnittlichen Studien weiterführend untersucht werden. Zudem wäre es in zukünftigen Studien sinnvoll, auch mittels Videoanalysen die Implikationen des Einsatzes digitaler Medien für die Prozessqualität von Unterricht zu untersuchen. Weiterhin stellt sich die Frage, welche Wissenskomponenten von Lehrkräften dazu beitragen, Unterricht mit

digitalen Medien qualitätsvoll zu gestalten. Beispielsweise könnte hier untersucht werden, welche Bedeutung die TPCK-Komponenten für solche Unterrichtsprozesse innehaben (Guggemos und Seufert 2021). Erste Befunde legen nahe, dass die Selbsteinschätzungen zum technisch-pädagogischen Wissen (TPK) auf die Nutzung digitaler Medien im Unterricht wirken, während die Selbsteinschätzungen zum technisch-pädagogischen Inhaltswissen (TPCK) aufklären, wie Lehrkräfte die Nutzung digitaler Medien als eigenständigen Unterrichtsgegenstand unterrichten (Guggemos und Seufert 2021).

Unsere Befunde sind zudem relevant für die schulische Praxis. Aufgezeigt wird, dass eine vielfältige technische Schulausstattung allein nicht ausreicht, damit Lehrkräfte digitale Medien zur Gestaltung qualitätsvoller Lernprozesse einsetzen. Unsere Befunde verweisen darauf, dass Lehrkräfte in ihrem Unterrichtshandeln generell davon profitieren könnten, wenn ihnen durch die Schule selbst eine technische und medienpädagogische Unterstützung angeboten wird (siehe auch Ertmer et al. 2012). Weiterhin weisen unsere Befunde darauf hin, dass Lehrkräfte digitale Medien zur Umsetzung qualitätsvoller Unterrichtsprozesse dann nutzen, wenn diese den Einsatz der digitalen Medien im Unterricht als wertvoll wahrnehmen und sich digital kompetent in grundlegenden (berufsunabhängigen) Kompetenzbereichen einschätzen. Diese Überlegungen sollten in die Planung und Gestaltung zukünftiger Fort- und Weiterbildungen Eingang finden. Um digitale Kompetenzeinschätzungen zu stärken, sollten eigene Nutzungserfahrungen mit digitalen Medien für die Gestaltung von Unterrichtsprozessen ein Element der Lehrkräfteaus- und -fortbildung sein (siehe Rubach et al. 2019).

Anhang

Tab. 5 Itemwortlaut und Faktorenladungen der latent modellierten Faktoren aus dem finalen Modell 2 (siehe Abb. 3)

Item	Itemwortlaut	λ
A Schulmerkmale		
<i>A1 Zufriedenheit mit der schulischen Medienunterstützung (Bitte bewerten Sie die folgenden Rahmenbedingungen in Ihrer Schule mit Schulnoten.)</i>		
ZUMU1	Technischer Support	0,63
ZUMU2	Medienpädagogische Unterstützung	0,89
ZUMU3	Unterstützung durch die Schulleitung (zum Einsatz digitaler Medien)	0,56
B Lehrkräftemerkmale		
<i>B1 Interesse</i>		
INTE1	Es freut mich, wenn ich SchülerInnen bei schulischen Angelegenheiten unterstützen kann, indem ich digitale Medien im Unterricht einsetze	0,77
INTE2	Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht macht mir Spaß	0,91
INTE3	Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht ist interessant	0,93
<i>B2 Wichtigkeit</i>		
WICH1	Es ist mir wichtig, dass ich als Lehrkraft digitale Medien im Unterricht einsetze	0,84
WICH2	Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht ist ein wichtiger Teil in meiner Rolle als Lehrkraft	0,81
WICH3	Es ist für mich selbstverständlich, dass ich digitale Medien im Unterricht einsetze	0,83
<i>B3 Nützlichkeit</i>		
NÜTZ1	Ich finde den Einsatz digitaler Medien im Unterricht nützlich, um SchülerInnen in der schulischen Entwicklung zu unterstützen	0,83
NÜTZ2	Ich bin der Meinung, dass ich SchülerInnen in schulischen Fragen besser fördern kann, wenn ich digitale Medien im Unterricht einsetze	0,71
NÜTZ3	Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht hat für Lehrkräfte Vorteile	0,72
<i>B4 Werteüberzeugungen zum Einsatz digitaler Medien (Second-Order-Faktor aus B1, B2 und B3)</i>		
Interesse B1	–	0,92
Nützlichkeit B2	–	0,89
Wichtigkeit B3	–	0,96
<i>B5 Kosten</i>		
KOST1	Der Einsatz digitaler Medien im Unterricht kostet mich Zeit und Energie	0,58
KOST2	Es kostet mich Überwindung, digitale Medien im Unterricht einzusetzen	0,64
KOST3	Ich kann weniger Zeit in andere Aktivitäten investieren, um digitale Medien im Unterricht einzusetzen	0,77

Tab. 5 (Fortsetzung)

Item	Itemwortlaut	λ
<i>B6 Digitale Kompetenzselbsteinschätzungen</i>		
KOMP1	Ich kann Informationen, Informationsquellen und Daten im digitalen Raum kritisch bewerten	0,57
KOMP2	Ich kann Verhaltensregeln bei digitalen Interaktionen und Kooperationen anwenden	0,60
KOMP3	Ich kann digitale Inhalte in verschiedenen Formaten präsentieren	0,75
KOMP4	Ich kenne die Gefahren und Risiken in digitalen Umgebungen und berücksichtige diese	0,71
KOMP5	Ich kann digitale Werkzeuge, Tools und Plattformen bedarfsgerecht einsetzen	0,79
KOMP6	Ich kenne Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien des digitalen Raumes	0,81
KOMP7	Ich kann die Wirkung von Medien im digitalen Raum analysieren	0,61
C Unterrichtsmerkmale		
<i>C1 Individualisierung</i>		
INDI1	Mithilfe digitaler Medien gebe ich schnellen SchülerInnen Extraaufgaben	0,80
INDI2	Mithilfe digitaler Medien variiere ich die Aufgabenstellungen, um SchülerInnen unterschiedlicher Leistungsstärke gerecht zu werden	0,83
INDI3	Wenn SchülerInnen etwas nicht verstanden haben, verberge ich gezielte Zusatzaufgaben mithilfe digitaler Medien	0,80
<i>C2 Strukturierung</i>		
STRU1	Mithilfe digitaler Medien mache ich deutlich, was meine SchülerInnen sich merken sollen	0,81
STRU2	Im Unterricht fasse ich mithilfe digitaler Medien das Wichtigste nochmals zusammen	0,87
STRU3	Im Unterricht halten wir mithilfe digitaler Medien Rückblick auf das, was wichtig ist	0,85
<i>C3 Kognitive Aktivierung</i>		
KOGN1	In meinem Unterricht bitte ich SchülerInnen darum, verschiedene Wege zur Lösung eines Problems mithilfe digitaler Medien aufzuzeigen	0,79
KOGN2	In meinem Unterricht bitte ich darum, dass die SchülerInnen ihre Gedankengänge mithilfe digitaler Medien gründlich erklären	0,92
KOGN3	In meinem Unterricht erwarte ich oft von den SchülerInnen, dass sie ihre Arbeit mithilfe digitaler Medien im Detail erklären	0,85
<i>C4 Konstruktivistische Unterstützung</i>		
KOUN1	Im Unterricht informiere ich durch den Einsatz von digitalen Medien die SchülerInnen über deren Fortschritte	0,80
KOUN2	Im Unterricht bespreche ich mithilfe digitaler Medien schwierige Aufgaben mit den SchülerInnen	0,70
KOUN3	Durch den Einsatz von digitalen Medien sage ich den SchülerInnen, was diese verbessern können	0,83

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

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

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- Amhag, L., Hellström, L., & Stigmar, M. (2019). Teacher educators' use of digital tools and needs for digital competence in higher education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(4), 203–220. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1646169>.
- Aslan, A. & Zhu, C. (2016). Influencing factors and integration of ICT into teaching practices of pre-service and starting teachers. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2(2), 359–370.
- 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>.
- Baumert, J., Kunter, M., Brunner, M., Krauss, S., Blum, W., & Neubrand, M. (2004). Mathematikunterricht aus Sicht der PISA-Schülerinnen und -Schüler und ihrer Lehrkräfte. In M. Prenzel (Hrsg.), *PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland ; Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 314–354). Münster: Waxmann.
- Breiter, A., Welling, S., & Stolpmann, B. E. (2010). *Medienkompetenz in der Schule. Integration von Medien in den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen*. Schriftenreihe Medienforschung der LfM, Bd. 64. Berlin: Vistas.
- Clausen, M. (2002). *Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive? Empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität* (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 29). Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2000. Münster: Waxmann.
- Drossel, K., Eickelmann, B., & Gerick, J. (2017). Predictors of teachers' use of ICT in school—The relevance of school characteristics, teachers' attitudes and teacher collaboration. *Education and Information Technologies*, 22(2), 551–573. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9476-y>.
- 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, et al. (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>.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. model of achievement-related choices. In A. J. Elliot & C. S. Dweck (Hrsg.), *Handbook of competence and motivation*. New York: Guilford.
- Eccles, J. S., Adler, T. E., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., & Midgley, C. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Hrsg.), *Achievement and achievement motives. Psychological and sociological approaches*. A series of books in psychology. (S. 75–146). San Francisco: W.H. Freeman.
- Eickelmann, B. (2010). Individualisieren und Fördern mit digitalen Medien im Unterricht als Beitrag zu einem förderlichen Umgang mit Heterogenität. In B. Eickelmann (Hrsg.), *Bildung und Schule auf dem Weg in die Wissensgesellschaft* (S. 41–56). Münster: Waxmann.
- Eickelmann, B., & Gerick, J. (2020). Lernen mit digitalen Medien. In D. Fickermann & B. Edelstein (Hrsg.), *„Langsam vermisst ich die Schule ...“* (S. 153–162). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830992318.09>.

- Eickelmann, B., Lorenz, R., & Endberg, M. (2017). Lernaktivitäten mit digitalen Medien im Fachunterricht der Sekundarstufe I im Bundesländervergleich mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer. In R. Lorenz, W. Bos, M. Endberg, B. Eickelmann, S. Grafe & J. Vahrenhold (Hrsg.), *Schule digital – der Länderindikator 2017. Schulische Medienbildung in der Sekundarstufe I mit besonderem Fokus auf MINT-Fächer im Bundesländervergleich und Trends von 2015 bis 2017* (1. Aufl. S. 231–260). Münster: Waxmann.
- Eid, M., & Schmidt, K. (2014). *Testtheorie und Testkonstruktion* (1. Aufl.). Psychlehrbuch plus. Göttingen: Hogrefe.
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., & Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: Aa critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423–435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>.
- Faber, M. (2020). *Effects of digital formative assessment tools on teaching quality and student achievement*. Enschede: University of Twente. <https://doi.org/10.3990/1.9789036550147>.
- 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, et al. (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (1. Aufl. S. 173–203). Münster: Waxmann.
- Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J., & Torres-Gordillo, J.-J. (2017). Factors that explain the use of ICT in secondary-education classrooms: the role of teacher characteristics and school infrastructure. *Computers in Human Behavior*, 68, 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.057>.
- Guggemos, J., & Seufert, S. (2021). Teaching with and teaching about technology—Evidence for professional development of in-service teachers. *Computers in Human Behavior*, 115, 106613. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106613>.
- Hatlevik, O. (2017). Examining the relationship between teachers' self-efficacy, their digital competence, strategies to evaluate information, and use of ICT at school. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 61(5), 555–567. <https://doi.org/10.1080/00313831.2016.1172501>.
- Hatlevik, L., & Hatlevik, O. (2018). Examining the relationship between teachers' ICT self-efficacy for educational purposes, collegial collaboration, lack of facilitation and the use of ICT in teaching practice. *Frontiers in Psychology*, 9, 935. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00935>.
- Heinen, R., & Kerres, M. (2015). *Individuelle Förderung mit digitalen Medien. Handlungsfelder für die systematische, lernförderliche Integration digitaler Medien in Schule und Unterricht*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Heldt, M., Lorenz, R., & Eickelmann, B. (2020). Relevanz schulischer Medienkonzepte als Orientierung für die Schule im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung. *Unterrichtswissenschaft*. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00070-y>.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252. <https://doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5>.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster, New York: Waxmann.
- 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. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>.
- Inan, F. A., & Lowther, D. L. (2010). Laptops in the K-12 classrooms: exploring factors impacting instructional use. *Computers & Education*, 55(3), 937–944. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.04.004>.
- Irion, T., & Scheiter, K. (2018). Didaktische Potenziale digitaler Medien. Der Einsatz digitaler Technologien aus grundschul- und mediendidaktischer Sicht. *Grundschule aktuell: Zeitschrift des Grundschulverbandes*, 14(2), 8–11.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. Berlin: de Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110456837>.
- Klassen, R. M., & Chiu, M. M. (2010). Effects on teachers' self-efficacy and job satisfaction: teacher gender, years of experience, and job stress. *Journal of Educational Psychology*, 102(3), 741–756. <https://doi.org/10.1037/a0019237>.
- Klieme, E. (2006). Empirische Unterrichtsforschung: aktuelle Entwicklungen, theoretische Grundlagen und fachspezifische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 765–773.
- Klieme, E. (2019). Unterrichtsqualität. In M. Harring, C. Rohlf's & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik*. UTB, (Bd. 8698, S. 393–408). Münster: Waxmann.

- Klieme, E. (2020). Guter Unterricht – auch und besonders unter Einschränkungen der Pandemie? In D. Fickermann & B. Edelstein (Hrsg.), „Langsam vermisste ich die Schule ...“ (S. 117–135). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830992318.07>.
- Knezek, G., & Christensen, R. (2016). Extending the will, skill, tool model of technology integration. Adding pedagogy as a new model construct. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(3), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s12528-016-9120-2>.
- Kornilov, V.S., & Khanina, I.A. (2020). Development of ICT competence in high school students when teaching physics using digital laboratories. *RUDN Journal of Informatization in Education*, 17(2), 146–152. <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2020-17-2-146-152>.
- Krumsvik, R.J. (2014). Teacher educators’ digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269–280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>.
- Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S. & Baumert, J. (2008). Students’ and mathematics teachers’ perceptions of teacher enthusiasm and instruction. *Learning and Instruction*, 18(5), 468–482. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008>.
- Levy, M. (2009). Technologies in use for second language learning. *The Modern Language Journal*, 93, 769–782. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2009.00972.x>.
- 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(3), 501–518. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9355-2>.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In C. Allemann-Ghionda (Hrsg.), *Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf. Zeitschrift für Pädagogik*. Beiheft, (Bd. 51, S. 47–70). Weinheim: Beltz.
- Lipowsky, F. (2015). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 69–105). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lucas, M., Bem-Haja, P., Siddiq, F., Moreira, A., & Redecker, C. (2021). The relation between in-service teachers’ digital competence and personal and contextual factors: what matters most? *Computers & Education*, 160, 104052. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104052>.
- López-Vargas, O., Duarte-Suárez, L., & Ibáñez-Ibáñez, J. (2017). Teacher’s computer self-efficacy and its relationship with cognitive style and TPACK. *Improving Schools*, 20(3), 264–277. <https://doi.org/10.1177/1365480217704263>.
- Mishra, P., & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge. A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (1998–2016). Mplus 8.1 [Computer software]. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Peterson, R. A. & Brown, S. P. (2005). On the Use of Beta Coefficients in Meta-Analysis. *Journal of Applied Psychology*, 90(1), 175–181.
- Petko, D. (2012). Hemmende und förderliche Faktoren des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht: Empirische Befunde und forschungsmethodische Probleme. In R. Schulz-Zander, B. Eickelmann, H. Moser, H. Niesyto & P. Grell (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9. Jahrbuch Medienpädagogik*, (Bd. 9.2012, S. 29–50). Wiesbaden: Springer VS.
- 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>.
- Praetorius, A.-K., Vieluf, S., Saß, S., Bernholt, A., & Klieme, E. (2016). The same in German as in English? Investigating the subject-specificity of teaching quality. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19(1), 191–209. <https://doi.org/10.1007/s11618-015-0660-4>.
- Rahimi, M., & Yadollahi, S. (2011). Computer anxiety and ICT integration in English classes among Iranian EFL teachers. *Procedia Computer Science*, 3, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.12.034>.
- Rakoczy, K. & Klieme, E. (2005). *Befragungsinstrumente* (Materialien zur Bildungsforschung, Bd. 13). Frankfurt am Main: GPF. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-opus-31060>
- Rohatgi, A., Scherer, R., & Hatlevik, O. (2016). The role of ICT self-efficacy for students’ ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103–116. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.08.001>.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. Entwicklung eines Instrumentes und die Validierung durch Konstrukte zur Mediennutzung und Werteüberzeugungen zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 2(78), 4. <https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>.

- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021a). Addressing 21st-century digital skills in schools—Development and validation of an instrument to measure teachers' basic ICT competence beliefs. *Computers in Human Behavior*, *115*, 106636. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106636>.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021b). Bedingungen für die Umsetzung motivationsförderlicher Unterrichtsstrategien durch digitale Medien. In R. Lazarides & D. Raufelder (Hrsg.), *Motivation in unterrichtlichen Lehr-Lernkontexten. Perspektiven aus Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktiken*. Edition ZfE, (Bd. 10, S. 435–461). Wiesbaden: Springer VS.
- Rubach, C., Lazarides, R., Brendel, N., & Krauskopf, K. (2019). Learning by doing. Eine explorative Erhebung zur Förderung digitaler Kompetenzeinschätzungen durch die Verwendung digitaler Medien in der Hochschuldidaktik. In T. Ehmke, P. Kuhl & M. Pietsch (Hrsg.), *Lehrer. Bildung. Gestalten. Beiträge zur empirischen Forschung in der Lehrerbildung* (S. 164–175). Weinheim: Juventa.
- Sabancı, A., Ozyildirim, G., & Insir, R. (2014). The effect of ICT usage on the classroom management: a case study in language teaching. *International Review of Social Sciences and Humanities*, *7*(1), 232–245.
- Sailer, M., Stadler, M., Schultz-Pernice, F., Franke, U., Schöffmann, C., Paniotova, V., et al. (2021). Technology-related teaching skills and attitudes: validation of a scenario-based self-assessment instrument for teachers. *Computers in Human Behavior*, *115*, 106625. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106625>.
- Schaumburg, H. (2017). Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule. Medienpädagogische und -didaktische Perspektiven. In Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), *Individuell fördern mit digitalen Medien. Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren* (2. Aufl. S. 20–94). Gütersloh: Bertelsmann.
- Schaumburg, H., Gerick, J., Eickelmann, B., & Labusch, A. (2019). Nutzung digitaler Medien aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg & M. Senkbeil, et al. (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster: Waxmann.
- Scherer, R., Tondeur, J., & Siddiq, F. (2017). On the quest for validity: testing the factor structure and measurement invariance of the technology-dimensions in the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) model. *Computers & Education*, *112*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.012>.
- Schmid, U., Goertz, L., & Behrens, J. (2017). *Monitor Digitale Bildung. Die Schulen im digitalen Zeitalter*. Gütersloh: Bertelsmann.
- Siddiq, F., Hatlevik, O., Olsen, R. V., Thronsdén, I., & Scherer, R. (2016). Taking a future perspective by learning from the past—A systematic review of assessment instruments that aim to measure primary and secondary school students' ICT literacy. *Educational Research Review*, *19*, 58–84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.05.002>.
- Siemens, E., Roth, A., & Oliveira, P. (2010). Common method bias in regression models with linear, quadratic, and interaction effects. *Organizational Research Methods*, *13*(3), 456–476. <https://doi.org/10.1177/1094428109351241>.
- Sieve, B. F. (2015). *Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht. Entwicklung und Evaluation einer Fortbildungsmaßnahme für Chemielehrkräfte*. Wiesbaden: Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-09946-6>.
- Sipilä, K. (2011). No pain, no gain? Teachers implementing ICT in instruction. *Interactive Technology and Smart Education*, *8*(1), 39–51. <https://doi.org/10.1108/17415651111125504>.
- Sundqvist, K., Korhonen, J., & Eklund, G. (2021). Predicting Finnish subject-teachers' ICT use in home economics based on teacher- and school-level factors. *Education Inquiry*, *12*(1), 73–93. <https://doi.org/10.1080/20004508.2020.1778609>.
- Tezci, E. (2010). Attitudes and knowledge level of teachers in ICT use: the case of Turkish teachers. *Journal of Human Sciences*, *7*(2), 19–44.
- Voss, T., & Wittwer, J. (2020). Unterricht in Zeiten von Corona: Ein Blick auf die Herausforderungen aus der Sicht von Unterrichts- und Instruktionsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, *48*(4), 601–627. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00088-2>.
- Ware, P., Liaw, M.-L., & Warschauer, M. (2012). The use of digital media in teaching English as an international language. In L. Alsagoff, S. Lee McKay, G. Hu & W. A. Renandya (Hrsg.), *Principles and practices for teaching English as an international language* (S. 67–84). New York: Routledge.
- Wetterich, F., Burghart, M. & Rave, N. (2014). *Medienbildung an deutschen Schulen Handlungsempfehlungen für die digitale Gesellschaft*. Berlin: atene KOM GmbH.
- Xu, Y., Wang, D., Collins, P., Lee, H., & Warschauer, M. (2021). Same benefits, different communication patterns: comparing children's reading with a conversational agent vs. a human partner. *Computers & Education*, *161*, 104059. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104059>.

Anhang E – Studie III

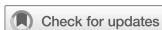
Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework. *European Journal of Teacher Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663>
© copyright 2023, reprinted by permission of Informa UK Limited, trading as Taylor & Taylor & Francis Group, <http://www.tandfonline.com>

Eigener Anteil an der Forschungsarbeit (nach CRediT Klassifizierung):

- Konzeptualisierung
- Datenkuration
- Formale Analysen
- Untersuchung
- Methodik
- Validierung
- Visualisierung
- Schreiben – Vorbereitung des Originalentwurfs
- Schreiben – Überprüfung und Bearbeitung

Zusammenfassung der Studie (Deutsch):

Ziel dieser Studie ist die Entwicklung und Validierung eines Instruments zur Erfassung und zum Vergleich berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen von Lehramtsstudierenden, Lehramtsreferendar*innen und Lehrkräften auf der Grundlage des DigCompEdu-Rahmenmodells. Es wurden Daten von N = 1386 deutschen (angehenden) Lehrkräften (73% weiblich) verwendet. Zunächst führten wir eine explorative Faktorenanalyse, eine konfirmatorische Faktorenanalyse und einen Multigruppenvergleich durch, um die faktorielle Struktur über die Gruppen hinweg zu untersuchen. Wir identifizierten sieben Dimensionen berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen in den Gruppen. Anschließend untersuchten wir die Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den Gruppen. Die Ergebnisse zeigen, dass Lehramtsreferendar*innen tendenziell die höchsten berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen berichteten, gefolgt von Lehrkräften. Die Ergebnisse liefern einen Hinweis für die Nützlichkeit des Instruments zur Erfassung der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen von (angehenden) Lehrern und zur Anpassung der Lehrkräfteaus- und -fortbildung an die ermittelten Bedürfnisse. Weiterhin werden zukünftige Schritte für die Lehrkräftebildung diskutiert.



Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based on the DigCompEdu framework

Jennifer Quast ^a, Charlott Rubach ^b and Raphaela Porsch ^a

^aFaculty of Humanities, University of Magdeburg, Magdeburg, Germany; ^bFaculty of Arts and Humanities, University of Rostock, Rostock, Germany

ABSTRACT

This study aims to develop and validate an instrument to assess and compare professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers based on the DigCompEdu framework. We used data from $N = 1386$ German (prospective) teachers (73% female). First, we conducted exploratory factor analysis, confirmatory factor analysis and multi-group analysis to examine the factorial structure across groups. We identified seven dimensions of professional digital competence beliefs among groups. Second, we investigated mean level differences. Our findings show that pre-service teachers tended to have the highest professional digital competence beliefs, followed by teachers. The results provide a reference for the utility of the instrument to evaluate (prospective) teachers' professional digital competence beliefs and alter teacher education and training to investigated needs. We discuss future steps for teacher education.

ARTICLE HISTORY

Received 17 September 2022
Accepted 19 August 2023

KEYWORDS

Teacher education;
competence beliefs; ICT;
instrument development;
validation

Introduction

Increasing digitalisation and, not least, the COVID-19 pandemic and distance learning have emphasised the importance of teachers' competencies to use digital media (Sepúlveda 2020). Teachers' digital competencies and competence beliefs are necessary to effectively integrate digital media in class (Guggemos and Seufert 2021). Various studies have highlighted that teachers' professional digital competence beliefs are related to their use of digital media in teaching (Guggemos and Seufert 2021; Hatlevik and Hatlevik 2018; Kaarakainen and Saikkonen 2021). Digital competence beliefs are self-evaluated competencies to use digital media that can be divided into basic (non-job-related) and professional (job-related) beliefs (Krumsvik 2014).

Developing professional digital competencies and related beliefs is a lifelong process for teachers that formally begins when they commence their university studies and ends with retirement (Eickelmann and Drossel 2020). A special characteristic of teacher education in Germany is that it consists of three phases: Between university studies (first phase) and working as a teacher (third phase), prospective teachers attend one to two years of

pre-service training in schools supported by seminars of teacher training (second phase). These three phases build upon one another. Even though all three phases of teacher education are considered important for the development of professional digital competence beliefs, to our knowledge, no studies have investigated if professional digital competence beliefs differ among student teachers, pre-service teachers and teachers (hereafter, the three groups are summarised as (prospective) teachers). Based on this research gap, teacher education does not have sufficient knowledge of the specific educational needs regarding professional digital competence beliefs of these differently experienced groups. If, for example, we examine the different competencies of teachers to use digital media, e.g. competencies to prepare classes or teach with digital media, it may be that these competencies require different levels of attention during the three phases of teacher education. Aiming to identify such competence and competence belief lacks and derive knowledge to improve teacher education across all phases, an instrument is needed to assess professional digital competence beliefs in detail. Our study therefore aims to present an instrument for assessing professional digital competence beliefs among (prospective) teachers. Furthermore, we will examine whether there are differences in the professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers.

Theoretical background

The expectancy-value theory (Eccles et al. 1983) proposes that beliefs about one's own abilities to master a task are drivers of behaviour. Thus, teachers' professional digital competence beliefs positively impact their professional behaviour using digital media (Guggemos and Seufert 2021; Hatlevik and Hatlevik 2018; Kaarakainen and Saikkonen 2021).

Different theoretical and educational policy frameworks describe (prospective) teachers' digital competence beliefs (for an overview see Rubach and Lazarides, 2023). The theoretical framework of technological pedagogical content knowledge (TPACK; Mishra and Koehler 2006) assumes a complex interaction of content, pedagogy and technology knowledge that helps teachers to integrate digital media in class. TPACK combines basic and professional digital competence beliefs and TPACK instruments have been repeatedly validated for student teachers and teachers (Koehler, Shin, and Mishra 2012; Wang, Schmidt-Crawford, and Jin 2018). However, TPACK does not distinguish between the various digital competencies that (prospective) teachers need in their professional lives.

The educational policy frameworks fill this gap (Rubach and Lazarides, 2023). The European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu; Redecker and Punie 2017b) is an educational policy framework that particularly focuses on teachers' professional digital competence beliefs. DigCompEdu provides a general framework of various digital competencies of educators that comprises 22 competencies organised in six competence dimensions: (1) Professional Engagement, (2) Digital Resources, (3) Teaching and Learning, (4) Assessment, (5) Empowering Learners and (6) Facilitating Learners' Digital Competence. Several scholars have provided instruments to assess the professional usage of digital media guided by the DigCompEdu framework. For example, a DigCompEdu-based self-assessment instrument by Ghomi and Redecker (2019) measures all six dimensions of teachers' professional use of digital media and builds on

a DigCompEdu-based self-assessment tool by Benali, Kaddouri, and Azzimani (2018). It should be noted that in these instruments each of the 22 competencies is represented by only one item and, in some cases, only one of multiple competencies from each competence dimension was chosen. For example, for the competence dimension 'Digital Resources', the researchers assessed protecting data, but not applying copyright rules and providing digital resources to others (Ghomi and Redecker 2019). In our view, one item alone cannot cover the complexity of the competence dimensions defined by DigCompEdu (for a recent discussion on using single items see Allen, Iliescu, and Greiff 2022). The representation of the frameworks' complexity in the instrument is crucial for recognising different content-related nuances in the self-assessment of professional digital competence beliefs. To sum up, the structure of the DigCompEdu framework has not been thoroughly empirically tested yet. Additionally, to the best of our knowledge, no instrument assesses the complexity of (prospective) teachers' professional digital competence beliefs.

Teacher education and professional development in Germany

Teacher education provides learning opportunities to develop (prospective) teachers' professional competencies and prepares them to meet the demands of their profession. If we exclude teachers who are certified by an alternative route (Porsch and Reintjes 2023) in Germany, teacher education consists of three phases: academic studies at university, school-based pre-service training and lifelong in-service training.

Students earn a degree in teaching from a university or university college of education after approximately five years. Their learning opportunities are mainly provided by universities and partly by schools in the form of at least two school placements (Cortina and Thames 2013). After the university degree (generally a Master of Education), they attend pre-service training in schools (mostly four days a week) that follows their academic studies at university and is accompanied by special seminars (one day a week), which is also called the 'induction phase'. The training usually lasts 18 months and finishes with a state examination that qualifies them to teach in German schools (Peitz and Harring 2021). The third and longest phase of teacher education is in-service training, which aims to consolidate and develop teachers' professional competencies through training courses. In comparison of the three phases, university studies focus on theoretical knowledge and research, while pre-service training is tailored to the practical application of the theoretical knowledge acquired at university. Lastly, teachers' in-service training focuses on further development within the teaching profession.

Prior research on the professional digital competence beliefs of (prospective) teachers

One purpose of teacher education is to develop (prospective) teachers' professional digital competencies and competence beliefs (Eickelmann and Drossel 2020). Guidelines and curricula exist for all phases of teacher education in Germany to educate (prospective) teachers using digital media. However, one assumes that university studies provide limited learning opportunities and pre-service and in-service teacher training initiate little systematic learning to use digital media in

their professional context (Eickelmann and Drossel 2020). In order to best align teacher education with needs and gaps in professional digital competence beliefs, findings on these very needs are necessary. However, such knowledge is not currently available, as student teachers' and teachers' professional digital competence beliefs are often measured unidimensionally and no study to our best knowledge captures all described dimensions of pre-service teachers' professional digital competence beliefs. Moreover, the variety of instruments dealing with professional digital competence beliefs complicates the comparison of competence beliefs among groups as they usually capture different competence dimensions but all talk about professional competence beliefs (for a review on teachers see Rubach and Lazarides, 2023; for a review on student teachers see Delere 2020).

Student teachers' professional digital competence beliefs are assessed using a variety of instruments. Caner and Aydin (2021) used the Technology Integration Self-Efficacy Scale and showed that student teachers reported mediocre self-efficacy beliefs with regard to the use of digital media for teaching in general, and low self-efficacy beliefs with regard to making students use digital media in class. Jenßen, Gierlinger, and Eilerts (2021) examined self-efficacy beliefs concerning the use of digital media for teaching and found that student teachers had comparatively high self-efficacy beliefs on using digital media in a way that benefits students, facilitates learning processes and on considering the advantages and disadvantages of digital media in planning lessons. Porsch et al. (2021) measured professional digital competence beliefs and demonstrated that student teachers' professional digital competence beliefs were moderate but they considered themselves more competent in the professional digital competence dimension 'Education' compared with the dimensions 'Teaching' and 'Assessment'.

Research on teachers' professional digital competence beliefs has also used a variety of instruments that differ in terms of their degree of specification: Hatlevik and Hatlevik (2018) assessed Norwegian teachers' professional digital self-efficacy beliefs. The teachers showed low self-efficacy beliefs on using digital media with regard to making students use digital media in class, using digital media for assessing students' learning and monitoring their progress. A study by Lee and Tsai (2010) using the Technological Pedagogical Content Knowledge-Web survey found that teachers had high competence beliefs on using digital media for planning lessons but comparatively low competence beliefs in respect of using digital media with students.

In sum, teachers' and student teachers' professional digital competence beliefs vary across different dimensions: student teachers and teachers consider themselves to be more competent in, for example, planning lessons and teaching with digital media compared to using digital media with students or for assessment. These patterns suggest that assessing specific dimensions is essential for adequately depicting the various competence profiles of groups.

The wide range of instruments for exploring the professional digital competence beliefs of (prospective) teachers does not produce consistent results and results are lacking for pre-service teachers, another group in the German teacher education system. The lack of systematic classification of professional digital competence beliefs hampers the replication of results across studies. For diagnostic purposes, a more detailed approach is needed.

Comparison of professional digital competence beliefs between the different phases of teacher education

As previously shown, several studies on professional digital competence beliefs have researched student teachers and teachers separately with only a few studies comparing them (Koehler, Shin, and Mishra 2012).

Comparing student teachers' and teachers' professional digital competence beliefs shows heterogeneous results: Aslan and Zhu (2016) compared the professional digital competence beliefs of Turkish student teachers and teachers with a maximum of three years of teaching experience. Student teachers showed significantly higher professional digital competence beliefs than teachers. Dong et al. (2015) assessed Chinese student teachers' and teachers' professional digital competence beliefs with a TPACK survey. Here, teachers reported significantly higher professional digital competence beliefs compared to students.

While Aslan and Zhu (2016) assessed teachers' and student teachers' perceived competence in integrating digital media into lessons, Dong et al. (2015) assessed their beliefs regarding all components of TPACK. Therefore, the contrary findings of the studies may result from using different instruments. Additionally, teachers may show higher professional digital competence beliefs compared to prospective teachers, because teachers have benefited from more learning opportunities during their career. On the other hand, prospective teachers may possess higher competence beliefs than teachers because they grew up with digital media and systematic teacher training in the use of digital media was lacking in the past.

So far, research comparing professional digital competence beliefs across all phases of teacher education has shown inconsistent results that may be explained by the use of different instruments and study contexts. Furthermore, the few existing comparison studies do not take into account the second phase of German teacher education providing an important transition from university into school. To our best knowledge, no instrument exists comparing (prospective) teachers' professional digital competence beliefs across all phases of teacher education.

The present study

The DigCompEdu framework describes the professional digital competencies that (prospective) teachers need in their everyday professional lives, capturing more than just teaching. So far, DigCompEdu has only been empirically tested regarding teachers' self-reported behaviour and the developed instruments do not cover all competencies as described in the framework (Benali, Kaddouri, and Azzimani 2018; Ghomi and Redecker 2019).

Against this background, the present study aims to develop and validate an instrument to assess (prospective) teachers' professional digital competence beliefs based on DigCompEdu. A further goal of our study is to compare professional digital competence beliefs across all phases of teacher education as no empirical data on pre-service teachers exist and therefore no study compared all three phases of teacher education in Germany. However, a comparison of this nature is vital to address needs in the process of developing professional digital competence beliefs within teacher education.

This study examines the following research questions and hypotheses:

RQ1: Which dimensions of professional digital competence beliefs can be empirically proven according to the proposed classification by Redecker and Punie, 2017b?

H1: Based on Redecker and Punie, 2017b, we assume a six-factor structure including the following competence dimensions: 'Professional Engagement', 'Digital Resources', 'Teaching and Learning', 'Assessment', 'Empowering Learners' and 'Facilitating Learners' Digital Competence'.

RQ2: Are the tested dimensions of professional digital competence beliefs valid among student teachers, pre-service teachers and teachers?

H2: We assume the tested structure with indicated dimensions of professional digital competence beliefs to be valid among student teachers, pre-service teachers and teachers.

RQ3: Do student teachers, pre-service teachers and teachers differ in their professional digital competence beliefs?

H3: It could be assumed that teachers have higher professional digital competence beliefs compared to student and pre-service teachers, because teachers benefitted from more professional learning opportunities during their career. It could also be argued that student and pre-service teachers possess higher professional digital competence beliefs compared to teachers because they grew up using and are more familiar with digital media. Given these two contradictory assumptions, we renounce to formulate a hypothesis.

Methods

Item development

The study aims to develop a survey instrument that operationalises professional digital competence beliefs of (prospective) teachers guided by the DigCompEdu framework (Redecker and Punie 2017b). The DigCompEdu framework makes a distinction between 22 competencies in six competence dimensions: 'Professional Engagement' covers competencies to use digital media to interact with colleagues and parents and develop professional digital competencies. 'Digital Resources' covers competencies to select, create and disseminate digital resources. 'Teaching and Learning' describes competencies to plan the use of digital media in class. 'Assessment' refers to competencies to use digital media and strategies to improve assessment. 'Empowering Learners' describes competencies to use digital media to differentiate and individualise learning as well as the active involvement of students. 'Facilitating Learners' Digital Competence' refers to competencies to enable students to use digital media creatively and responsibly for information, communication, content creating, well-being and problem-solving. Three educational researchers (Jennifer Quast, Charlott Rubach and Rebecca Lazarides) have developed 33 items that operationalise each of the 22 competencies. The item wordings are based on the 22 competencies described by Redecker and Punie (2017a). All 33 items are listed in

the Appendix, Table A1. It should be noted that the lead text of the student teachers' instrument ('How competent do you feel about your future teaching in . . .') differs slightly from the instrument used with (pre-service) teachers ('How competent do you feel in . . .') while the item wordings remain the same. Also, we replaced the term 'learners' used in the DigCompEdu framework with 'students', because our instrument refers to teacher education where the term 'students' is commonly used in German.

We describe the item development process using the competence 'Accessibility and inclusion' as an illustrative example below. Guided by the German competence descriptions (Redecker and Punie 2017a), we formulated two items to distinctively assess both facets of the competence in multiple revision phases (Eid and Schmidt 2014):

- The competence 'Accessibility and inclusion' is described as follows: 'To ensure accessibility to learning resources and activities, for all learners, including those with special needs. To consider and respond to learners' (digital) expectations, abilities, uses and misconceptions, as well as contextual, physical or cognitive constraints to their use of digital technologies' (Redecker and Punie 2017b, 22). We formulated two items: 1) 'How competent do you feel in ensuring that all students (including those with special needs) have access to the digital media and learning activities used in class?' and 2) 'How competent do you feel in respecting students' preconditions and skills when using digital media in class?'

After several check loops between the researchers, a pilot study was conducted with six student teachers. The final version of the instrument was then created. The items were rated on a 5-point Likert scale ranging from 1 (not competent at all) to 5 (very competent); this was supplemented by the option 'I cannot answer the question'.

Sample

The data basis for the present study consists of $N = 2282$ participants from Germany, Austria and Switzerland who participated in an online survey in May/June 2020 of the DigiKompEL project (Rubach & Lazarides, 2017–2019). It should be noted that schools in Germany closed in mid-March 2020 due to the COVID-19 pandemic. Classes gradually returned to school from mid-April 2020. Between mid-March and mid-April 2020, public universities rescheduled the start of lectures. In the summer semester of 2020, courses were held online and placements in schools were cancelled for student teachers.

The study used a sub-sample of 1386 participants who completed at least 70% of their questionnaire and worked in a school or were enrolled in a teacher education program in Germany ($n = 1386$). This sub-sample is described in Table 1 and is composed of $n = 524$ student teachers (74.8% female), $n = 164$ pre-service teachers (72.8% female) and $n = 698$ teachers (72.0% female).

Statistical analyses

We used a two-step approach to test the structure of the instrument we had developed (RQ1). First, we ran an exploratory factor analysis (EFA) and second, we conducted a confirmatory factor analysis (CFA) in *Mplus 8* (Muthén and Muthén 2017).

Table 1. Description of the sub-sample.

	Student teachers	Pre-service teachers	Teachers
Age	$M = 24.28$ (SD = 5.07)	$M = 30.08$ (SD = 5.85)	$M = 45.09$ (SD = 11.00)
University semester	$M = 8.46$ (SD = 5.36)	–	–
Duration of traineeship in months	–	$M = 9.40$ (SD = 5.21)	–
Teaching experience in years	–	–	$M = 17.53$ (SD = 11.50)
School types ^a			
primary school	21.4%	25.0%	24.8%
lower secondary level	5.9%	15.2%	26.5%
lower and upper secondary level	18.3%	24.4%	17.8%
grammar school	55.5%	42.1%	34.4%
Majors ^a			
German	39.9%	45.7%	49.0%
Mathematics	35.9%	25.0%	42.7%
English	18.5%	20.1%	27.7%

Notes: ^aMultiple responses possible.

Subsequently, we conducted a multi-group analysis to validate the instrument across the groups (RQ2) and to assess mean level differences among the groups (RQ3).

We ran an EFA to test if the theoretical assumed six-factor structure by Redecker and Punie (2017b) fits our data. We assumed that the latent factors correlate and used the procedure of maximum likelihood factor analysis with oblique rotation (Moosbrugger and Kelava, 2012; Rubach and Lazarides 2019). To interpret the results, we analysed various criteria for model fit (χ^2 -value, Root Mean Square Error of Approximation and Standardized Root Mean Square Residual) and compared the tested models with a χ^2 -difference test (Eid et al., 2010; Fabrigar et al., 1999; Rubach and Lazarides 2019). Finally, we checked if the indicated factor solutions could be interpreted reasonably. We used CFAs to verify the best-indicated solution from the EFA and to test the construct validity. The best-indicated solution from the EFA was modelled and compared to (a) the model defined by Redecker and Punie (2017b) and (b) a 1-factor solution using χ^2 -difference tests. Based on the assumption of different factor loadings of each item, we estimated an τ -congeneric model and used McDonald's ω coefficient to estimate the internal consistency (Eid and Schmidt 2014). Missing values were replaced by the full information maximum likelihood (FIML) method. To evaluate the model fit we considered the Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA $\leq .60$), the Cooperative Fit Index (CFI $\geq .95$) and the Standardized Root Mean Square Residual (SRMR $\leq .80$) (Brown 2015; Hu and Bentler 1999).

The best fitted model was then tested for invariance among the three groups (RQ3) following the step-up approach by Christ and Schlüter (2012). Afterward, we compared latent means between those groups (RQ3). For evaluating measurement invariance we used the criteria recommended by Chen (2007) for sample sizes $N > 300$.

Results

Factor structure of the instrument (RQ1)

Two EFA were performed. The fit indices are shown in Table 2. The first EFA included all 33 items and indicated the 7-factor solution as the best fitting solution. In the second EFA, we gradually excluded items with cross-loadings or low loadings ($\lambda < .35$). The excluded items are shown in Table 3. The 7-factor solution also fits the data best after excluding items.

The CFA for the 7-factor model shows a good fit after adding a residual correlation (χ^2 (355) = 1856.07, $p < .001$, RMSEA = .06, TLI = .94, CFI = .95, SRMR = .03). The 7-factor model

Table 2. Fit indices for exploratory factor analysis.

Model	EFA I					EFA II				
	χ^2	df	RMSEA	CFI	SRMR	χ^2	df	RMSEA	CFI	SRMR
1-factor	7.544.367	495	.101	.787	.059	6.399.876	377	.107	.790	.060
2-factor	5.763.684	463	.091	.840	.048	4.984.927	349	.098	.838	.049
3-factor	4.150.077	432	.079	.888	.035	3.556.551	322	.085	.887	.036
4-factor	3.387.292	402	.073	.910	.030	2.679.111	296	.076	.917	.031
5-factor	2.437.992	373	.063	.938	.024	2.080.423	271	.069	.937	.025
6-factor	1.864.633	345	.056	.954	.020	1.487.954	247	.060	.957	.021
7-factor	1.310.097	318	.047	.970	.016	935.002	224	.048	.975	.015

shows a better fit to the empirical data than the theoretical assumed 6-factor model described by Redecker and Punie (2017b) (χ^2 (480) = 3931.511, $p < .001$, RMSEA = .07, TLI = .89, CFI = .90, SRMR = .05) and a 1-factor model (χ^2 (495) = 7544.37, $p < .001$, RMSEA = .10, TLI = .77, CFI = .79, SRMR = .06). The χ^2 -difference test supported that the 7-factor model is significantly better than the 6-factor model ($\Delta\chi^2 = 2075.44$, $\Delta df = 125$, $p < .001$).

All factors of the 7-factor model are described in Table 3 along with McDonald's ω . Factor loadings and residual variances of the 7-factor model are depicted in Figure 1. Factor correlations are detailed in the Appendix, Table A2. All factors correlate significantly with each other in a range from $.55 \leq r \leq .85$.

Table 3. Factor structure and McDonald's ω for the 7-factor model.

Factor	Item	Classification by Redecker and Punie (2017b)	ω
Administration and Professional Development (ADMIN)	ADMIN_1	Professional Engagement	.90
	ADMIN_2	Professional Engagement	
	ADMIN_3	Professional Engagement	
	ADMIN_4	Digital Resources	
	ADMIN_5	Digital Resources	
	ADMIN_6	Digital Resources	
	ADMIN_7	Digital Resources	
Lesson Planning (LESS)	LESS_1	Professional Engagement	.90
	LESS_2	Digital Resources	
	LESS_3	Teaching and Learning	
	LESS_4	Teaching and Learning	
Teaching and Supporting Students (TEACH)	TEACH_1	Teaching and Learning	.90
	TEACH_2	Teaching and Learning	
	TEACH_3	Teaching and Learning	
	TEACH_4	Teaching and Learning	
Assessment (ASSES)	ASSES_1	Assessment	.88
	ASSES_2	Assessment	
	ASSES_3	Assessment	
	ASSES_4 ^a	Assessment	
	ASSES_5 ^a	Assessment	
Empowering All Students (EMPOW)	EMPOW_1	Empowering Learners	.88
	EMPOW_2	Empowering Learners	
	EMPOW_3	Empowering Learners	
	EMPOW_4	Empowering Learners	
	EMPOW_5	Empowering Learners	
Facilitating Students' Digital Competence (COMP)	COMP_1	Facilitating Learners' Digital Competence	.87
	COMP_2	Facilitating Learners' Digital Competence	
	COMP_3	Facilitating Learners' Digital Competence	
	COMP_4	Facilitating Learners' Digital Competence	
	COMP_5 ^a	Facilitating Learners' Digital Competence	
	COMP_6 ^a	Facilitating Learners' Digital Competence	
Privacy and Copyright Rules (COPY)	COPY_1	Digital Resources	.80
	COPY_2	Facilitating Learners' Digital Competence	

Notes. ^a Item excluded.

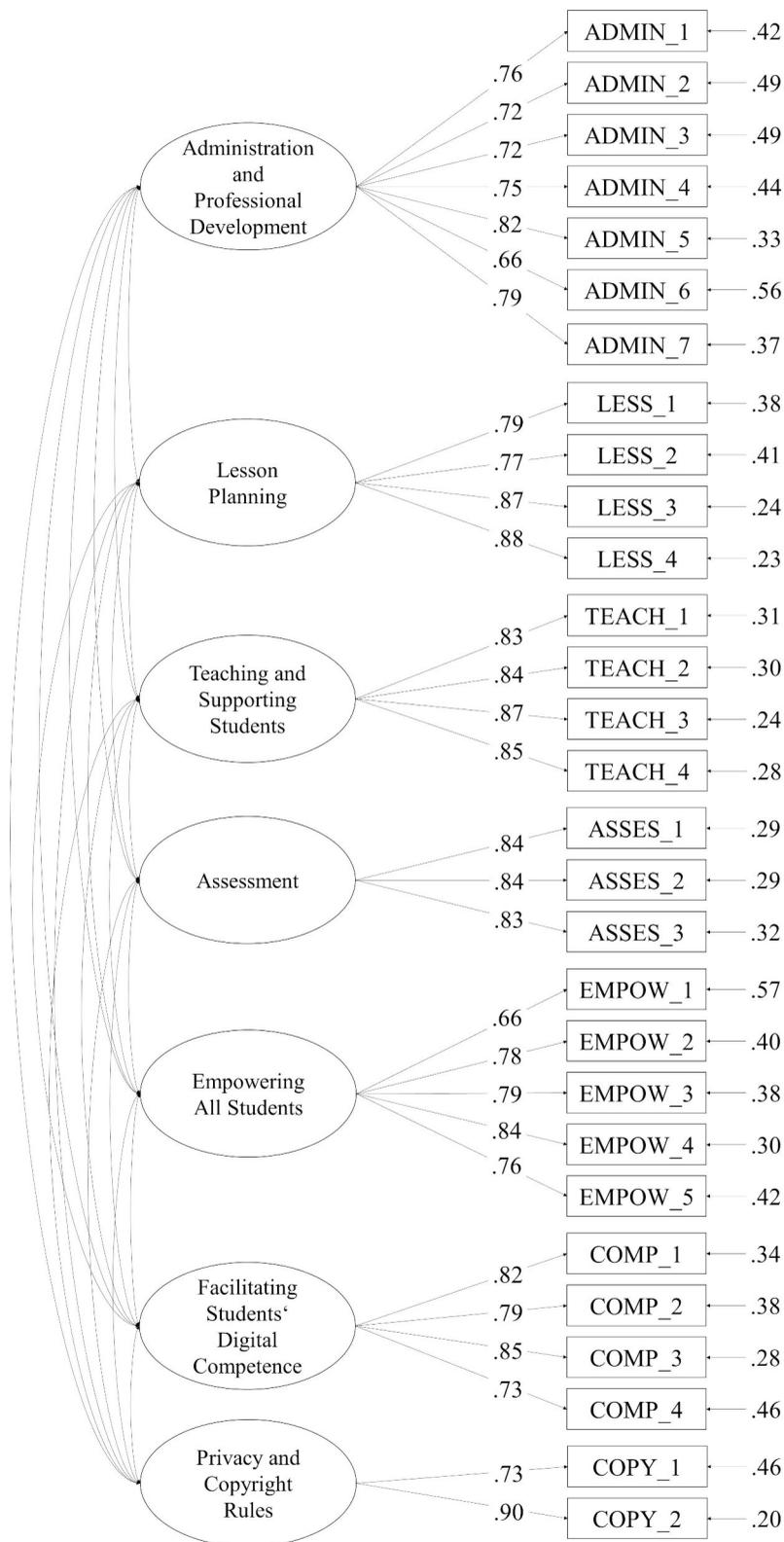


Figure 1. Measurement model of (prospective) teachers' professional digital competence beliefs. Factor loadings and residual variances are shown.

The factor 'Administration and Professional Development' consists of seven items and describes beliefs to competently use digital media for professional development, for organisation and creation of digital resources, to improve communication with parents, students and co-workers as well as for collaborative purposes, i.e. providing digital resources for co-workers.

The factor 'Lesson Planning' consists of four items and describes beliefs to competently select and reflect suitable digital learning resources for teaching, plan to use suitable digital media and implement teaching methods with digital media.

The factor 'Teaching and Supporting Students' consists of four items and describes beliefs to competently use digital media for interacting with students and support students, i.e. provide advice, support collaborative learning with classmates and self-regulated learning processes.

The factor 'Assessment' consists of three items and describes beliefs to competently use digital media to monitor and evaluate student learning, employ a variety of assessment formats and survey and critically analyse students' learning behaviours.

The factor 'Empowering All Students' consists of five items and describes beliefs to competently use digital media to enable (individualised) learning, create real-life learning experiences, ensure accessibility to all students and respect students' preconditions and skills.

The factor 'Facilitating Students' Digital Competence' consists of four items and describes beliefs to competently integrate activities for students to use digital media for searching for and evaluating information critically, learning the responsible use for communication and collaboration and creating digital content.

The factor 'Privacy and Copyright Rules' consists of two items and describes beliefs to competently apply privacy and copyright rules in the professional context and teach students to consider licence terms and copyright rules.

Robustness check of factorial structure among groups (RQ2)

The results of the measurement invariance analysis are shown in Table 4. Among all three groups, fit indices are within the defined cut-off values. Results show that scalar measurement invariance is given.

Mean-level differences among groups (RQ3)

Mean-level differences between groups for all competence dimensions are depicted in Table 5. The means of the latent variables of each group are displayed in the Appendix, Table A3.

For 'Administration and Professional Development', pre-service teachers report the highest professional digital competence beliefs followed by teachers and finally student teachers.

For 'Lesson Planning', pre-service teachers and teachers show significantly higher competence beliefs compared to student teachers. There are no significant differences between pre-service teachers and teachers.

Table 4. Measurement invariance testing results.

	χ^2	df	<i>P</i>	RMSEA	Δ RMSEA	CFI	Δ CFI	SRMR	Δ SRMR
Model: student teachers	844.073	355	.000	.051	–	.942	–	.042	–
Model: pre-service teachers	520.657	355	.000	.053	–	.936	–	.054	–
Model: teachers	958.386	355	.000	.049	–	.953	–	.035	–
Configural invariance	2352.200	1065	.000	.051	–	.947	–	.040	–
Metric invariance	2459.202	1123	.000	.051	.000	.945	–.002	.057	.017
Scalar invariance	2658.063	1167	.000	.053	.002	.939	–.006	.059	.002

Table 5. Mean-level differences of the latent variables between groups.

Variable	Qualification					
	Pre-service teachers vs. student teachers		Teachers vs. student teachers		Teachers vs. pre-service teachers	
	<i>M</i> _{Diff}	<i>p</i>	<i>M</i> _{Diff}	<i>p</i>	<i>M</i> _{Diff}	<i>p</i>
ADMIN	–.46	.000	–.13	.033	.28	.001
LESS	–.33	.000	–.29	.000	.04	.687
TEACH	–.23	.017	–.01	.832	.21	.020
ASSES	–.10	.299	.02	.779	.11	.210
EMPOW	–.14	.130	.08	.187	.22	.016
COMP	.06	.520	.18	.004	.12	.200
ORGA	–.31	.004	–.40	.000	–.11	.253

Notes. Notes on the abbreviations in Table 3.

For ‘Teaching and Supporting Students’, pre-service teachers report the highest competence beliefs compared to student teachers and teachers. No significant differences exist between student teachers and teachers.

For ‘Assessment’, there are no significant differences between the groups.

For ‘Empowering all Students’, pre-service teachers report higher professional digital competence beliefs compared to teachers. Student teachers do not significantly differ from pre-service teachers and teachers.

For ‘Facilitating Students’ Digital Competence’, teachers have higher competence beliefs than student teachers. Pre-service teachers do not differ from student teachers and teachers.

For ‘Privacy and Copyright Rules’, pre-service teachers and teachers report higher competence beliefs compared to student teachers. No significant differences were found between pre-service teachers and teachers.

In conclusion, pre-service teachers report higher professional digital competence beliefs than student teachers and teachers. Also, student teachers tend to report lower professional digital competence beliefs than pre-service teachers and teachers.

Discussion

This study aimed to develop and validate an instrument to assess professional digital competence beliefs of (prospective) teachers guided by DigCompEdu (Redecker and Punie 2017b). Three findings are notable: First, our study provides an instrument that assesses professional digital competence beliefs with seven competence dimensions. Second, the instrument is valid for use with student teachers, pre-service teachers and teachers, and therefore across all phases of the German teacher education system. Third,

pre-service teachers rate their competence the highest compared to student teachers and teachers for competence dimensions such as 'Teaching and Supporting Students' or 'Empowering All Students'. The results for each research question are discussed below.

Factorial structure of (prospective) teachers' professional digital competence beliefs and instrument validation (RQ1 and RQ2)

We can partially confirm our first hypothesis (H1). We identified seven dimensions of (prospective) teachers' professional digital competence instead of six dimensions defined by Redecker and Punie (2017b). The following seven dimensions of professional digital competence beliefs were found: 'Administration and Professional Development', 'Lesson Planning', 'Teaching and Supporting Students', 'Assessment', 'Empowering All Students', 'Facilitating Students' Digital Competence', and 'Privacy and Copyright Rules'. Compared to Redecker and Punie (2017b), only 'Empowering All Students' and, partially, 'Assessment' can be proven empirically.¹

Some alterations occurred for the dimensions 'Professional Engagement', 'Digital Resources' and, in part, 'Teaching and Learning' proposed by DigCompEdu (Redecker and Punie 2017b). These three dimensions were merged into 'Administration and Professional Development' and 'Lesson Planning'. Furthermore, one competence of 'Digital Resources' combined with another from 'Facilitating Learners' Digital Competence' into the additional seventh dimension, 'Privacy and Copyright Rules'. The differentiation into 'Administration and Professional Development' and 'Lesson Planning' occurred along organisational non-lesson-related ('Administration and Professional Development') and conceptual lesson-related activities ('Lesson Planning'). Using digital media for professional development, organisational communication and collaboration ('Professional Engagement') cannot be separated from creating, modifying, organising and providing digital learning resources in the professional context ('Digital Resources'). Seemingly, (prospective) teachers might not distinguish between activities but task areas, i.e. non-teaching-related activities and teaching-related activities such as lesson preparation. Further modifications occurred for the original dimension 'Teaching and Learning' described by Redecker and Punie (2017b). The described dimension was empirically divided into the conceptual ('Lesson Planning') and implementational ('Teaching and Supporting Students') use of digital media in class. In this case, (prospective) teachers seem to differentiate between preparing lessons and in-class activities.

The dimensions 'Assessment' and 'Empowering All Students' remain separate competence dimensions as proposed by Redecker and Punie (2017b). Apparently, (prospective) teachers distinguish between assessment-related activities ('Assessment') and implementing inclusive teaching practices ('Empowering All Students'). However, it has to be noted that two items of 'Assessment' were excluded from the instrument due to cross-loadings, i.e. using digital media to provide targeted and prompt feedback and adjusting teaching based on student learning. It remains unclear why digital-information-based adaption of teaching strategies is not solely associated with other assessment scenarios like monitoring and evaluating student learning with digital media. Future research could therefore apply statistical methods that consider cross-loadings of items, e.g. ESEM models.

The dimension 'Facilitating Students' Digital Competence' can partly be proven, as described by Redecker and Punie (2017b). Two items of 'Facilitating Students' Digital Competence' were excluded from the instrument due to cross-loadings and low factor loadings: ensuring students' well-being when using digital media and integrating learning activities for students to solve technical problems. One facet of 'Facilitating Students' Digital Competence' – teaching students to respect licence terms and copyright rules – was allocated to the seventh (new) dimension, 'Privacy and Copyright Rules'. This new competence dimension comprises partly the original dimensions 'Digital Resources' and 'Facilitating Learners' Digital Competence'. Surprisingly, (prospective) teachers differentiate applying and teaching about privacy and copyright rules from the organisational non-lesson-related ('Administration and Professional Development'), conceptual lesson-related ('Lesson Planning'), and teaching-related use of digital media ('Facilitating Students' Digital Competence). This distinction raises whether this result may be specific to the German context. Since the General Data Protection Regulation of 2019 focused attention on privacy rules in German schools, the discussion has been marked by teacher insecurity, which intensified during the COVID-19 pandemic and period of distance learning (Schulz 2021). Therefore, it seems possible that privacy and copyright knowledge represents an additional competence dimension concerning legal knowledge that differs from, for example, pedagogical knowledge.

Concerning teachers' general professional competence models (e.g. KMK 2022; Kunter et al. 2013), it is noticeable that the dimensional structure of our instrument partly corresponds with general professional competence dimensions. For example, the general competence 'Assessment and evaluation of learning processes' (Kunter et al. 2013) can also be found in the digital competence dimension 'Assessment'. However, not all general professional competencies are equivalent to our instrument, e.g. participation in school and lesson development as a part of the general dimension 'Innovation' (KMK 2022). Though, our instrument covers all general professional competence dimensions in at least some parts, e.g. the dimension 'Education' includes the awareness of students' technological living conditions and possible disadvantages that is also part of the digital competence dimension 'Empowering All Students'. Also, competencies of the general professional competence dimension 'Innovation' correspond to the digital competencies of using digital media for professional development ('Administration and Professional Development') and applying privacy and copyright rules in the job-related context ('Privacy and Copyright Rules').

Overall, the factorial structure fits the data of all three groups well. The model shows a good fit on teachers' data and an acceptable fit on each student teachers' and pre-service teachers' data. Therefore, the instrument is suitable to assess the professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers (H2).

Comparison of (prospective) teachers' professional digital competence beliefs (RQ3)

Due to contradictory assumptions regarding group differences, we renounced to formulate a hypothesis. Results show that, overall, pre-service teachers tended to report the highest and student teachers tended to report the lowest professional digital competence beliefs. Below, we focus on three notable findings: 1) the comparison of competencies in

'Administration and Professional Development', 'Lesson Planning' and 'Empowering all Students' between pre-service teachers and teachers, 2) student teachers' tendency to comparatively low competence beliefs and 3) the comparison of 'Facilitating Students' Digital Competence' between student teachers and teachers.

First of all, pre-service teachers showed significantly higher professional digital competence beliefs than teachers in 'Administration and Professional Development', 'Lesson Planning' and 'Empowering All Students'. This result is surprising, as pre-service teachers have fewer years of teaching experience compared to teachers – however, it might be that their competence beliefs are drawn from experiences in their studies or personal life that are unrelated to their profession, for example, the use of digital media for collaboration in seminars or for communicating with friends. Another possible explanation could be the age difference between pre-service teachers and teachers. In this context, our findings match the results of Gil-Flores et al. (2017), who found that the use of digital media in class decreases with advancing years of teaching experience. Further research on possible influencing factors, e.g. non-job-related digital competence beliefs or professional learning opportunities for using digital media, might explain why pre-service teachers partly reported higher competence beliefs than teachers.

Secondly, student teachers reported the lowest professional digital competence beliefs compared to pre-service teachers and teachers. They found themselves less competent than pre-service teachers in 'Administration and Professional Development', 'Lesson Planning', 'Teaching and Supporting Students' and 'Privacy and Copyright Rules'. Compared to teachers, student teachers reported lower professional digital competence beliefs in 'Administration and Professional Development', 'Lesson Planning' and 'Privacy and Copyright Rules'. It could be assumed that student teachers had fewer learning opportunities to develop professional digital competence beliefs as teaching experience is limited in university studies in Germany (Grassmé, Biermann, and Gläser-Zikuda 2018). The result, however, fits teachers' professional development in a way that student teachers should report the lowest competence dimensions as they are in the beginning of their professional development. The results also suggest that the assumption of digital natives is inappropriate in the context of teacher education and programs need to help develop such competence beliefs.

A proposal for further research is to use longitudinal data to analyse the availability and possible effects of learning opportunities, e.g. for the organisational and conceptual use of digital media in schools during student teachers' practical training.

Finally, student teachers reported higher professional digital competence beliefs in 'Facilitating Students' Digital Competence' than teachers. This difference could be explained by the tendency of student teachers to overestimate their professional digital competencies (Max, Lukas, and Weitzel 2022). Further research should examine whether this result can be replicated and if so, why student teachers find themselves more competent than teachers in this professional digital competence dimension.

In summary, the application of our instrument shows that the three groups of (prospective) teachers differ in some dimensions of professional digital competence beliefs. Furthermore, the instrument highlights the dimensions in which the particular groups should receive further training or are already well equipped. Still, the question remains as to how and when (prospective) teachers gain experience that contributes to their professional digital competence beliefs. Nevertheless, assessing the specific professional digital competence beliefs of (prospective) teachers could provide an important impetus for teacher education and training.

Limitations

This study has some limitations. First, the survey was conducted at the beginning of the COVID-19 pandemic in 2020. Distance learning in schools and universities depended heavily on the use of digital media, which caused the discussion to encourage the digitalisation in schools. The experiences during the COVID-19 pandemic might have influenced (prospective) teachers' professional digital competence beliefs. However, the COVID-19 pandemic and the increased use of digital media might also have caused a 'reality shock'; thus (prospective) teachers rated their competence beliefs more accurately.

Second, we used an online survey advertised primarily via social media and mailing lists. Therefore, an overrepresentation of (prospective) teachers interested and competent in using digital media might be assumed. However, the argument can be countered by the fact that in our data age, gender and majors are close to the sample of (prospective) teachers. Also, in all three groups and all seven competence dimensions, individuals' beliefs ranged from not competent to very competent. Concerning the wide variety of professional digital competence beliefs, it is a research desideratum to examine whether different competence profiles can be identified in (prospective) teachers. Moreover, it should be noted that different data collection methods may produce different results. Thus, the possibility cannot be excluded that our findings would have been different if we used paper-and-pencil questionnaires (Weigold, Weigold, and Russell 2013).

Third, the sample consists of (prospective) teachers from different school types that differ in terms of their behaviour using digital media. Studies have shown that digital teaching formats are mainly used in the lower and higher secondary school track in Germany and very little used in the primary school track (Rohde and Wrase 2022). Future research may benefit from investigating differences in (prospective) teachers' professional digital competence beliefs across different school types. Knowledge about differences between school types may provide relevant information to state institutions for funding programs, e.g. the German 'DigitalPakt Schule' (Rohde and Wrase 2022), and are useful to develop learning opportunities specifically designed for (prospective) teachers at primary and secondary school tracks.

Finally, we used a German sample of (prospective) teachers. Therefore, our findings relate to the German teacher education system. To test if the structure of our instrument might also be proven in other educational systems, a research interest would be to replicate our findings across other countries.

Theoretical and practical conclusion and implications

To our best knowledge, our study is first to compare professional digital competence beliefs and test the structure of competence beliefs proposed by Redecker and Punie (2017b) across all phases of German teacher education. Prior, we tested the dimensional structure proposed by Redecker and Punie (2017b) which could not be fully empirically confirmed. Instead of a six-factor structure, we found seven dimensions of professional digital competence beliefs with 'Privacy and Copyright Rules' as an additional dimension. However, this seventh dimension can be regarded as plausible. Modifications of the original structure of competence dimensions occurred in almost all six suggested

competence dimensions by Redecker and Punie (2017b). The seven-factor structure derived was found in all three investigated groups of (prospective) teachers as a robustness check. We thus conclude that (prospective) teachers' professional digital competence beliefs classify in various related but distinct competence dimensions.

The proposed structure and instrument can be used as a diagnostic tool to identify motivational gaps and, thus, diverse demands among groups. The results from the final step, comparing mean levels across groups, highlight strengths and weaknesses of (prospective) teachers in specific domains. Pre-service teachers who are in the second phase in the German teacher education reported the highest professional digital competence beliefs followed by teachers followed by student teachers. This finding may imply a dynamic process of developing professional digital competence beliefs during teacher education that could be influenced positively and negatively by, e.g. practical learning opportunities. It also can be assumed that the different phases might need to address different competence dimensions by covering different content and learning opportunities that fit individual needs in different phases. Thus, the validated instrument makes it possible to evaluate professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers.

Findings on (prospective) teachers' professional digital competence beliefs can be used to revise the curriculum of teacher education and training as currently, training to use digital media in the professional context is still limited in all phases of teacher education (Eickelmann and Drossel 2020). For each phase of teacher education, this information enables specific options to integrate digital media in the professional context to be addressed as professional digital competence beliefs are linked to knowledge on using digital media in the professional context and the actual use of digital media in the professional context (Guggemos and Seufert 2021). For example, all three groups reported comparatively low competence beliefs in using digital media for assessment. The instrument may help evaluate courses in teacher education and training that aim to support (prospective) teachers' professional digital competence beliefs on, for example, using digital media for formative and summative assessment in class. Furthermore, the instrument can be used to synchronise the content of such courses during teacher education and training in order to prepare (prospective) teachers, for example, for assessment with digital media.

Note

1. An overview of modifications within and between the competence dimensions is shown in Table 3.

Acknowledgments

We would like to acknowledge Prof. Dr. Rebecca Lazarides (University of Potsdam, Germany) for her support in conceptualising, planning and implementing the study.

Disclosure statement

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper. Written informed consent was. The survey was conducted anonymously and the collected data challenge any inferences to participants. The survey was conducted via SoSci Survey whose server is located in Germany and underlies German data privacy laws obtained from the participants of the study.

Funding

The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Notes on contributors

Jennifer Quast is research assistant at the Faculty of Humanities, University of Magdeburg. Her research focuses on the measurement of digital competencies in teacher education, and digital competence development in teacher education.

Charlott Rubach holds the position of the Assistant Professor in the field of Educational Sciences with a specialisation in teacher research. She is affiliated with the Department of Education at the University of Rostock. Her research focuses on two key areas: measuring and enhancing digital competence in teacher education, and examining teaching quality, motivational beliefs, and emotions within K-12 and higher education contexts.

Raphaela Porsch is professor of Education with a special focus on General Didactics at the Faculty of Humanities, University of Magdeburg. Her research focuses on teacher education, school research and foreign language education. Her latest topics include out-of-field teaching, teacher shortages, school counselling and the acquisition of digital competencies in school and teacher education.

ORCID

Jennifer Quast  <http://orcid.org/0000-0001-5329-3765>

Charlott Rubach  <http://orcid.org/0000-0003-0451-6429>

Raphaela Porsch  <http://orcid.org/0000-0002-1548-3776>

References

- Allen, M. S., D. Iliescu, and S. Greiff. 2022. "Single Item Measures in Psychological Science: A Call to Action." *European Journal of Psychological Assessment* 38 (1): 1–5. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000699>.
- Aslan, A., and C. Zhu. 2016. "Influencing Factors and Integration of ICT into Teaching Practices of Pre-Service and Starting Teachers." *International Journal of Research in Education and Science* 2 (2): 359–370. <https://doi.org/10.21890/ijres.81048>.
- Benali, M., M. Kaddouri, and T. Azzimani. 2018. "Digital Competence of Moroccan Teachers of English." *International Journal of Education and Development Using ICT* 14 (2): 99–120.
- Brown, T. A. 2015. "Confirmatory Factor Analysis for Applied Research." In *Methodology in the Social Sciences*. The Guilford Press. <https://fid.fachportal-paedagogik.de/ebSCOProxySearch/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=831411>.
- Caner, M., and S. Aydin. 2021. "Self Efficacy Beliefs of Pre-Service Teachers on Technology Integration." *Turkish Online Journal of Distance Education* 22 (3): 79–94. <https://doi.org/10.17718/tojde.961820>.

- Chen, F. F. 2007. "Sensitivity of Goodness of Fit Indexes to Lack of Measurement Invariance." *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal* 14 (3): 464–504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>.
- Christ, O., and E. Schlüter. 2012. *Strukturgleichungsmodelle mit Mplus: Eine praktische Einführung. Sozialwissenschaften 10-2012*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag Verlag. <https://doi.org/10.1524/9783486714807>.
- Cortina, K. S., and M. H. Thames. 2013. "Teacher Education in Germany." In *Mathematics Teacher Education: Vol. 8. Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers: Results from the COACTIV Project*, edited by M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, and M. Neubrand, 49–62. Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_3.
- Delere, M. 2020. "Konzepte medienpädagogischer Kompetenz von Lehramtsstudierenden in deutschsprachigen und internationalen Studien – ein systematisches Literaturreview." *Medienimpulse* 58 (2): 1–57. <https://doi.org/10.21243/MI-02-20-16>.
- Dong, Y., C. S. Chai, G. Sang, J. H. L. Koh, and C. Tsai. 2015. "Exploring the Profiles and Interplays of Pre-Service and In-Service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in China." *Journal of Educational Technology & Society* 18 (1): 158–169.
- Eccles, J. S., T. E. Adler, R. Futterman, S. B. Goff, C. M. Kaczala, J. L. Meece, and C. Midgley. 1983. "Expectancies, Values, and Academic Behaviors." In *Achievement and Achievement Motives: Psychological and Sociological Approaches*, edited by J. T. Spence, 75–146. San Francisco: W.H. Freeman.
- Eickelmann, B., and K. Drossel. 2020. "Lehrer*innenbildung und Digitalisierung - Konzepte und Entwicklungsperspektiven." In *Bewegungen*, edited by I. van Ackeren, 349–362. Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctv10h9fjc.28>.
- Eid, M., M. Gollwitzer, and M. Schmitt. 2010. *Statistik und Forschungsmethoden. Lehrbuch, mit Online-Materialien*. Weinheim: Beltz.
- Eid, M., and K. Schmidt. 2014. *Testtheorie und Testkonstruktion*. Göttingen: Hogrefe.
- Fabrigar, L. R., D. T. Wegener, R. C. MacCallum, and E. J. Strahan. 1999. "Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research." *Psychological methods* 4 (3): 272–299. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.4.3.272>
- Ghomi, M., and C. Redecker. 2019. "Digital Competence of Educators (DigCompedu): Development and Evaluation of a Self-Assessment Instrument for teachers' Digital Competence." In *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU*, edited by H. Lane, S. Zvacek, and J. Uhomoihi, Vol. 1, 541–548. SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>.
- Gil-Flores, J., J. Rodríguez-Santero, and J. - Torres-Gordillo. 2017. "Factors That Explain the Use of ICT in Secondary-Education Classrooms: The Role of Teacher Characteristics and School Infrastructure." *Computers in Human Behavior* 68:441–449. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.057>.
- Grassmé, I., A. Biermann, and M. Gläser-Zikuda. 2018. "Lerngelegenheiten in Schulpraktika und ihre Bedeutung für professionsbezogene Kompetenzen von Lehramtsstudierenden." In *Beiträge zur Lehrerbildung und Bildungsforschung: Band 4. Praxisphasen in der Lehrerbildung im Fokus der Bildungsforschung*, edited by M. Rothland and I. Biederbeck. Münster, New York: Waxmann.
- Guggemos, J., and S. Seufert. 2021. "Teaching with and Teaching About Technology – Evidence for Professional Development of In-Service Teachers." *Computers in Human Behavior* 115:106613. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106613>.
- Hatlevik, I. K. R., and O. E. Hatlevik. 2018. "Examining the Relationship Between teachers' ICT Self-Efficacy for Educational Purposes, Collegial Collaboration, Lack of Facilitation and the Use of ICT in Teaching Practice." *Frontiers in Psychology* 9:935. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00935>.
- Hu, L., and P. M. Bentler. 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. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>.
- Jenßen, L., F. Gierlinger, and K. Eilerts. 2021. "Pre-Service teachers' Enjoyment and ICT Teaching Self-Efficacy in Mathematics – an Application of Control-Value Theory." *Journal of Digital Learning in Teacher Education* 37 (3): 183–195. <https://doi.org/10.1080/21532974.2021.1929585>.

- Karakainen, M., and L. Saikkonen. 2021. "Multilevel Analysis of the Educational Use of Technology: Quantity and Versatility of Digital Technology Usage in Finnish Basic Education Schools." *Journal of Computer Assisted Learning* 37 (4): 953–965. <https://doi.org/10.1111/jcal.12534>.
- KMK. 2022. *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften: Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004 i. d. F. vom 07.10.2022*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.
- Koehler, M. J., T. S. Shin, and P. Mishra. 2012. "How Do We Measure TPACK? Let Me Count the Ways." In *Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches*, edited by R. N. Ronau, C. R. Rakes, and M. L. Niess, 16–31. Information Science Reference. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-750-0.ch002>.
- Krumsvik, R. J. 2014. "Teacher educators' Digital Competence." *Scandinavian Journal of Educational Research* 58 (3): 269–280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>.
- Kunter, M., J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, and M. Neubrand. 2013. "Mathematics Teacher Education: Vol. 8." in *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers: Results from the COACTIV Project*. Eds. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5>.
- Lee, M., and C. Tsai. 2010. "Exploring teachers' Perceived Self Efficacy and Technological Pedagogical Content Knowledge with Respect to Educational Use of the World Wide Web." *Instructional Science* 38 (1): 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9075-4>.
- Max, A. L., S. Lukas, and H. Weitzel. 2022. "The Relationship Between Self-Assessment and Performance in Learning TPACK: Are Self-Assessments a Good Way to Support Preservice Teachers' Learning?" *Journal of Computer Assisted Learning* 12674 (4): 1160–1172. <https://doi.org/10.1111/jcal.12674>.
- Mishra, P., and M. J. Koehler. 2006. "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge." *Teachers College Record* 108 (6): 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
- Moosbrugger, H., and A. Kelava. 2012. *Testtheorie und fragebogenkonstruktion*. Vol. 537. Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4>
- Muthén, L. K., and B. O. Muthén. 2017. *Mplus user's guide. Eighth edition* ed. Los Angeles: Muthén & Muthén.
- Peitz, J., and M. Harring, Eds. 2021. *Das Referendariat: Ein systematischer Blick auf den schulpraktischen Vorbereitungsdienst*. Münster, New York: Waxmann.
- Porsch, R., and C. Reintjes. 2023. "Teacher Shortages in Germany: Alternative Routes into the Teaching Profession as a Challenge for Schools and Teacher Education." In *Advances in Innovation education: Vol. 7. The Future of Teacher Education: Innovations Across Pedagogies, Technologies and Societies*, 339–363. Brill Academic Publishers. https://doi.org/10.1163/9789004678545_014.
- Porsch, R., C. Reintjes, K. Görich, and D. Paulus. 2021. Pädagogische Medienkompetenzen und ICT-Beliefs von Lehramtsstudierenden Veränderungen während eines „digitalen Semesters“? In *Das Bildungssystem in Zeiten der Krise: Empirische Befunde, Konsequenzen und Potentiale für das Lehren und Lernen* edited by C. Reintjes, R. Porsch, and G. I. Brahm. Münster, New York: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830993629>
- Redecker, C., and Y. Punie. 2017a. *Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender: DigCompEdu*. Übersetzung: Goethe-Institut e.V. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_german_final.pdf.
- Redecker, C., and Y. Punie. 2017b. *European Framework for the Digital Competence of Educators: Digcompedu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>.
- Rohde, D., and M. Wrase. 2022. *Die Umsetzung des DigitalPakts Schule: Perspektiven der schulischen Praxis auf zentrale Steuerungsfragen und -herausforderungen*. Hildesheim, Berlin: <https://doi.org/10.25528/138>.
- Rubach, C., and R. Lazarides. 2019. "Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden." *Zeitschrift Für Bildungsforschung* 9 (3): 345–374. <https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>.
- Rubach, C., and R. Lazarides. 2023. "A Systematic Review of Research Examining teachers' Competence-Related Beliefs About ICT Use: Frameworks and Related Measures." https://doi.org/10.1007/978-3-658-37895-0_8

- Schulz, A. D. 2021. "Datenschutz und Medienbildung – Chancen und Barrieren in der schulischen Praxis." In *Aufwachsen in überwachten Umgebungen: Interdisziplinäre Positionen zu Privatheit und Datenschutz in Kindheit und Jugend*, edited by I. Stapf, R. A. Quinn, M. Friedewald, J. Heesen, and N. Krämer, 279–292. Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783748921639-279>.
- Sepúlveda, A. 2020. *The Digital Transformation of Education: Connecting Schools, Empowering Learners*. UNESCO.
- Wang, W., D. Schmidt-Crawford, and Y. Jin. 2018. "Preservice teachers' TPACK Development: A Review of Literature." *Journal of Digital Learning in Teacher Education* 34 (4): 234–258. <https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1498039>.
- Weigold, A., I. K. Weigold, and E. J. Russell. 2013. "Examination of the Equivalence of Self-Report Survey-Based Paper-And-Pencil and Internet Data Collection Methods." *Psychological Methods* 18 (1): 53–70. <https://doi.org/10.1037/a0031607>.

Appendix

Table A1. Translation of all items for each dimension of professional digital competence beliefs.

Item	Original wording	English translation
ADMIN_1	Wie kompetent fühlen Sie sich (in Bezug auf Ihre zukünftige Lehrtätigkeit) darin, ... digitale Medien zu nutzen, um als Lehrkraft die organisatorische Kommunikation mit anderen (z. B. Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) zu verbessern?	How competent do you feel (about your future teaching) in ... using digital media to improve organisational communication as a teacher with others (e.g. students, parents and colleagues)?
ADMIN_2	digitale Medien zu nutzen, um mit anderen Lehrkräften zusammenzuarbeiten (z.B. Erfahrungen und Materialien austauschen)?	using digital media to collaborate with other teachers (e.g. share experiences and materials)?
ADMIN_3	digitale Medien für Ihre berufliche Weiterbildung zu nutzen?	using digital media for your professional development?
ADMIN_4	selbstständig digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu erstellen?	independently creating digital teaching and learning resources for your lessons?
ADMIN_5	vorhandene digitale Lehr- und Lernressourcen an Ihre berufsbezogenen Bedürfnisse als Lehrkraft anzupassen?	modifying existing digital teaching and learning resources to your job-related needs as a teacher?
ADMIN_6	relevante digitale Lehr- und Lernressourcen für Ihren Unterricht zu organisieren (z.B. in Ordnern/ Unterordnern auf einem Endgerät thematisch sortiert speichern)?	organising relevant digital teaching and learning resources for your lessons (e.g. store them thematically sorted in folders/subfolders on a terminal device)?
ADMIN_7	anderen Akteur*innen in der Schule (Schüler*innen, Eltern und Kolleg*innen) digitale Lehr- und Lernressourcen zur Verfügung zu stellen?	providing digital teaching and learning resources to other stakeholders in the school (pupils, parents and colleagues)?
LESS_1	den Einsatz digitaler Medien in Ihrem Unterricht mit Hinblick auf den didaktisch sinnvollen Einsatz zu reflektieren und selbstkritisch zu beurteilen?	reflecting and self-critically evaluating the use of digital media in your lessons with regard to their didactically meaningful use?
LESS_2	für Ihren Unterricht geeignete digitale Lehr- und Lernressourcen auszuwählen?	selecting suitable digital teaching and learning resources for your lessons?
LESS_3	den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht didaktisch sinnvoll zu planen und zu gestalten?	planning and organising the use of digital media in your lessons in a didactically meaningful way?
LESS_4	Unterrichtsmethoden mit Hilfe digitaler Medien angemessen im Unterricht umzusetzen?	implementing teaching methods appropriately with the help of digital media in the classroom?
TEACH_1	digitale Medien zu nutzen, um die Interaktion mit Schüler*innen im Unterricht zu verbessern?	using digital media to improve interaction with students in class?
TEACH_2	digitale Medien zu nutzen, um Schüler*innen im Unterricht gezielt Beratung und Unterstützung anzubieten?	using digital media to offer targeted guidance and support to students in class?
TEACH_3	digitale Medien zu nutzen, um kollaborative Lernstrategien und -prozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu fördern?	using digital media to promote collaborative learning strategies and processes among students in class?
TEACH_4	digitale Technologien zu nutzen, um selbstgesteuerte Lernprozesse bei Schüler*innen im Unterricht zu unterstützen?	using digital technologies to support students' self-regulated learning processes in class?
ASSES_1	digitale Medien im Unterricht zur Lernkontrolle und Leistungsbeurteilung zu verwenden?	using digital media to monitor learning and assess performance in class?
ASSES_2	mit Hilfe digitaler Medien vielfältige Prüfungsformate im Unterricht einzusetzen?	using digital media to implement a variety of assessment formats in class?
ASSES_3	digitale Informationen zu Lernverhalten, Leistung und Lernfortschritt von Schüler*innen im Unterricht zu erheben und kritisch zu analysieren?	generating and critically analysing digital information on students' learning behaviour, performance and progress in class?
ASSES_4 ^a	digitale Medien zu nutzen, um Schüler*innen im Unterricht gezielt und zeitnah Feedback zu geben?	using digital media to provide targeted and prompt feedback to students in class?
ASSES_5 ^a	Ihre Unterrichtsstrategien auf Basis der digitalen Informationen zu Lernverhalten, Leistung und Lernfortschritt der Schüler*innen anzupassen?	adapting your teaching strategies based on digital information on students' learning behaviour, performance and progress?

(Continued)

Table A1. (Continued).

Item	Original wording	English translation
EMPOW_1	zu gewährleisten, dass alle Schüler*innen (auch solche mit besonderen Bedürfnissen) Zugang zu den im Unterricht eingesetzten digitalen Medien und Lernaktivitäten haben?	ensuring that all students (including those with special needs) have access to the digital media and learning activities used in class?
EMPOW_2	Vorkenntnisse und Fähigkeiten von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Medien im Unterricht zu berücksichtigen?	taking into account the prior knowledge and abilities of students when using digital media in class?
EMPOW_3	Schüler*innen mit Hilfe digitaler Medien zu ermöglichen, im Unterricht ihr individuelles Lernziel in ihrem jeweils eigenen Tempo zu erreichen?	enabling students to achieve their individual learning goal at their own pace with the help of digital media?
EMPOW_4	digitale Medien zu nutzen, um die Auseinandersetzung von Schüler*innen mit einem Thema im Unterricht zu fördern?	using digital media to foster students' engagement with a topic in class?
EMPOW_5	digitale Medien zu nutzen, um im Unterricht reale, lebensweltbezogene Lernkontexte zu schaffen?	using digital media to create real-life learning contexts in class?
COMP_1	Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen digitale Medien zur Suche von Informationen nutzen?	integrating learning activities in your lessons where students use digital media to search for information?
COMP_2	Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Informationen aus digitalen Medien kritisch bewerten können?	teaching students how to critically evaluate information from digital media?
COMP_3	Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, durch die Schüler*innen lernen, digitale Medien verantwortungsbewusst zur Kommunikation und Zusammenarbeit zu nutzen?	integrating activities in your lessons that teach students how to use digital media responsibly for communication and collaboration?
COMP_4	Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen selbst digitale Inhalte in verschiedenen Formaten (z.B. Videos, Präsentationen) erstellen?	integrating activities in your lessons where students create their own digital content in different formats (e.g. videos, presentations)?
COMP_5 ^a	Maßnahmen zu ergreifen, um das physische, psychische und soziale Wohlergehen von Schüler*innen bei der Nutzung digitaler Medien zu gewährleisten?	taking action to ensure the physical, psychological and social well-being of students when using digital media?
COMP_6 ^a	Aktivitäten in Ihren Unterricht zu integrieren, in denen Schüler*innen technische Probleme identifizieren und lösen?	integrating activities in your lessons where students identify and solve technical problems?
COPY_1	Datenschutz- und Urheberrechtsbestimmungen im berufsbezogenen Kontext korrekt anzuwenden?	correctly applying privacy and copyright rules in the job-related context?
COPY_2	Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Lizenz- und Urheberrechtsbestimmungen bei der Erstellung digitaler Inhalte berücksichtigen?	teaching students how to respect licence terms and copyright rules when creating digital content?

Notes: ^aItem excluded.

Table A2. Factor correlations.

	ADMIN	LESS	TEACH	ASSES	EMPOW	COMP	COPY
ADMIN	–	.85	.80	.66	.77	.71	.60
LESS		–	.84	.68	.79	.72	.60
TEACH			–	.78	.82	.73	.61
ASSES				–	.73	.59	.55
EMPOW					–	.82	.63
COMP						–	.67

Notes: All correlation coefficients shown are highly significant ($p < .001$). Notes on the abbreviations in Table 3.

Table A3. Means of the latent variables by group.

Latent variables	Student teachers			Pre-service teachers			Teachers		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
ADMIN	523	3.42	0.83	164	3.75	0.80	698	3.52	0.93
LESS	524	3.20	0.89	164	3.49	0.85	698	3.46	0.91
TEACH	515	2.84	1.02	160	3.06	0.98	684	2.85	1.03
ASSES	514	2.37	1.06	153	2.46	1.00	661	2.35	1.03
EMPOW	515	3.00	0.91	163	3.10	0.88	677	2.91	0.97
COMP	523	3.62	0.92	163	3.57	0.95	689	3.45	0.95
COPY	510	2.34	1.11	160	2.70	1.01	671	2.81	1.10

Notes: on the abbreviations in Table 3. Means were calculated in SPSS 28 since Mplus only provides mean-level differences.

Anhang F – Studie IV

Rahden, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2025). Competence beliefs using technology in school and teaching - How can we use variance and covariance to identify teachers' profiles? *Teaching and Teacher Education, 154*, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104869>

Eigener Anteil an der Forschungsarbeit (nach CRediT Klassifizierung):

- Konzeptualisierung
- Datenkuration
- Formale Analysen
- Untersuchung
- Methodik
- Visualisierung
- Schreiben – Vorbereitung des Originalentwurfs
- Schreiben – Überprüfung und Bearbeitung

Zusammenfassung der Studie (Deutsch):

Ziel dieser Studie ist es, Lehrkräfte auf Basis ihrer berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen mithilfe Latenter Profilanalysen (LPA) zu gruppieren und Zusammenhänge mit Lehrkräfte- und Schulmerkmalen zu untersuchen. Weiterhin wird die Bedeutung verschiedener Spezifikationen der Varianz-Kovarianz-Matrix (VKM) in LPA untersucht, indem zwei verschiedene Spezifikationen der VKM miteinander verglichen werden. Es wurden Daten von $n = 698$ deutschen Lehrkräften verwendet. Es wurden ein eher niedriges, ein durchschnittliches und ein eher hohes Profil berufsbezogener digitaler Kompetenzüberzeugungen identifiziert. Die Mittelwerte der berufsbezogenen digitalen Kompetenzüberzeugungen und die Zusammenhänge mit Lehrkräfte- und Schulmerkmalen unterschieden sich zwischen beiden Ansätzen. Bei allen Analysen wurde jedoch die Wahrscheinlichkeit, dem eher niedrigen Profil verglichen mit den anderen beiden Profilen zugeordnet zu werden, durch höheres Alter, geringeres Interesse und weibliches Geschlecht vorhergesagt.



Research paper

Competence beliefs using technology in school and teaching - How can we use variance and covariance to identify teachers' profiles?



Jennifer Rahden^{a,b,*}, Charlott Rubach^c, Raphaela Porsch^d

^a Faculty of Humanities, Otto von Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Germany

^b Institute for Educational Quality Improvement (IQB), Berlin, Germany

^c Faculty of Arts and Humanities, University of Rostock, Rostock, Germany

^d Faculty I, University of Vechta, Vechta, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

Latent profile analysis

Competence beliefs

Teacher

Teacher education

Technology

DigCompEdu

ABSTRACT

This study aims to cluster teachers based on their professional digital competence beliefs using Latent-Profile-Analysis (LPA) and to examine relations to teacher and school characteristics. We also explore the significance of two approaches to varying the variance-covariance-matrix (VCM). Data from $n = 698$ German teachers was used. We identified a relatively low, medium, and relatively high profile. The means of competence beliefs and the links to teacher and school characteristics between both approaches differed. Across analysis, however, higher age, lower interest, and being female predicted the probability of being in the relatively low profile relative to the other profiles.

1. Introduction

Teachers' professional digital competencies encompass multiple competence dimensions that evolve throughout teachers' careers (see Brandhofer & Miglbauer, 2020; Redecker & Punie, 2017). However, this development is complex and assumed to be non-linear with significant variations across teachers. Thus, understanding the heterogeneity in teachers' professional digital competencies might be useful to teacher education as it highlights the shortcomings of a one-size-fits-all approach to digital competence development. For instance, Rubach and Bonanati (2022) found diverse strategies among teachers in implementing technology for distance learning during the COVID-19 pandemic, and Gao, Li, and Zheng (2023) identified different groups of teachers' teaching-related professional digital competence beliefs. These findings suggest that teachers may benefit significantly from training programmes tailored to their individual profiles (Lucas, Dorte, & Piedade, 2021a,b). To contribute to an understanding of the diversity in teachers' heterogeneous professional characteristics, this study aims to identify profiles of teachers' professional digital competence beliefs across different competence dimensions relating to tasks both inside and outside the classroom. We focus on one particular element of teachers' digital competence, i.e., competence beliefs (see Rubach, 2024).

Our study addresses multiple research gaps. First, most prior studies have focused solely on teaching-related professional digital competence beliefs. Thus, they ignore competencies related to organisational tasks as suggested by the DigCompEdu framework (e.g., Gao et al., 2023), which forms the conceptual basis of this study. Second, scholars have treated teachers' professional digital competence beliefs as unidimensional, combining them with other indicators such as the use of digital technologies in teaching within their Latent Profile Analysis (LPA) (e.g., Wu, Yu, Zhu, & Wang, 2021). Therefore, this study aims to identify teachers' profiles of professional digital competence beliefs across different competence dimensions relating to teachers' tasks both inside and outside the classroom. This knowledge could help improve teacher education by explicitly targeting the development of distinct professional digital competence beliefs in teacher training programmes. Third, findings also suggest relations between teachers' professional digital competence beliefs and various teacher and school characteristics, such as teachers' age or the school track teachers work in (Hatos, Cosma, & Clipa, 2022). This raises the question whether teacher and school characteristics are linked to the heterogeneity of teachers' professional digital competence beliefs and thus, whether a classification of teachers into specific profiles is possible. Such insights could inform the design of target-group-specific training, e.g., for those in need of specific knowledge about using technology for assessment or uniquely addressed to

* Corresponding author. Humboldt-Universität zu Berlin Institute for Educational Quality Improvement (IQB) Unter den Linden 6 10099 Berlin, Germany.

E-mail address: jennifer.rahden@iqb.hu-berlin.de (J. Rahden).

primary school teachers. Therefore, this study not only aims to identify these profiles but also examines how teacher and school characteristics relate to professional digital competence beliefs. The final research gap to be addressed relates to the statistical methods for investigating heterogeneity. Although LPA is widely used in teacher research, many scholars assumed that the variances of the investigated variables are equal across profiles and that the covariances between these variables are fixed to zero within profiles. Such constraints may oversimplify the complexity of teachers' professional digital competence beliefs, potentially missing critical interrelations among these beliefs. To address this methodological issue, we explore teachers' profiles using two different variance-covariance-matrix (VCM) approaches. This way, the study contributes to refining the initially outlined problem statement regarding the accurate identification of teachers' profiles of professional digital competence beliefs.

2. Theoretical background and prior research

2.1. Teachers' professional digital competence beliefs

Competence-related beliefs are beliefs about a person's own competence to solve a specific task (Muenks, Wigfield, & Eccles, 2018). Competence-related beliefs is an umbrella term that includes various concepts related to teachers' motivational processes, such as self-efficacy, self-concept, expectancies of success and competence beliefs (Muenks et al., 2018). These concepts have in common that they refer to a person's perceived competence, i.e., their knowledge, ability, and skills, yet they differ in aspects such as their time reference or criterion orientation (Bong & Skaalvik, 2003). Our study specifically focuses on competence beliefs, defined as changeable perceptions of one's ability to solve specific tasks in the present (Muenks et al., 2018). More specifically, this study examines teachers' digital competence beliefs as one aspect of teachers' digital competence, which can be further divided into basic and professional, i.e., job-specific, digital competence beliefs (Krumsvik, 2014; Rubach, 2024). Teachers' professional digital competence beliefs can be defined as the perception of their abilities, skills, and knowledge in using digital technologies "in a professional context with good pedagogic-didactic judgement and his or her awareness of its implications for learning strategies and the digital Bildung of pupils and students" (Krumsvik, 2011, p. 45).

The European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu; Redecker & Punie, 2017) provides a widely used framework to define various dimensions of teachers' professional digital competencies. Compared to other models, e.g., the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) model by Mishra and Koehler (2006), DigCompEdu describes various professional uses of digital technologies for teachers and also outlines competencies beyond the teaching context. Another framework, the ICT Competency Framework for Teachers (UNESCO, 2018), focuses more on a basic understanding of the role of digital technologies in education and the use of these technologies outside the classroom. Since DigCompEdu focuses particularly on teaching-learning processes within the classroom but also includes organisational tasks requiring digital competencies outside the classroom, it was selected for our study to describe teachers' professional digital competence beliefs. The DigCompEdu framework distinguishes between six competence dimensions: 'Professional Engagement', 'Digital Resources', 'Teaching and Learning', 'Assessment', 'Empowering Learners' and 'Facilitating Learners' Digital Competence'. In a validity study, Quast, Rubach, and Porsch (2023) tested whether the DigCompEdu framework could be empirically confirmed. Instead of the expected six dimensions, the authors identified seven slightly different competence dimensions: The competence dimension 'Administration and Professional Development' relates to teachers' organisational tasks outside the classroom. The competence dimensions 'Lesson Planning', 'Teaching and Supporting Students', 'Assessment' and 'Empowering All Students' relate to teachers' pedagogical digital competencies needed

for class preparation and teaching. The competence dimension 'Facilitating Learners' Digital Competence' relates to learners' digital competence and how teachers can support its development. The validation study of this competence framework using exploratory and confirmatory factor analyses (Quast et al., 2023), however, identified an additional competence dimension, 'Privacy and Copyright Rules' (see also Gao et al., 2023), which was not originally included in the DigCompEdu framework. This new dimension relates to the transversal competence of applying and teaching privacy and copyright rules. A comparison of the DigCompEdu framework's competence dimensions and the instrument developed in the validation study by Quast et al. (2023) is displayed in Table 1.

Several studies have used the DigCompEdu framework to assess components of teachers' competence beliefs (e.g., Antonietti, Cattaneo, & Amenduni, 2022; Quast et al., 2023; Runge, Lazarides, Rubach, Richter, & Scheiter, 2023) or their self-reported behaviour in using technology at school (e.g., Benali, Kaddouri, & Azzimani, 2018; Ghomi & Redecker, 2019; Grodek-Szostak, Suder, Piechaczek, & Luis, 2021; Lucas, Bem-Haja, Siddiq, Moreira, & Redecker, 2021a,b). Although these studies are based on the same theoretical framework, the different operationalisations of the construct hamper the comparison of results and lead to contradicting evidence (Rubach, 2024). Furthermore, some studies focused on only one competence dimension (Runge et al., 2023) or specifically researched vocational teachers (Antonietti et al., 2022) whereas our study examines teachers in general education schools. Examining the rank order of competence beliefs across different dimensions, Lucas, Bem-Haja et al. (2021a,b) and Benali et al. (2018), found that teachers perceived their highest proficiency in the dimension 'Digital Resources'. In contrast, Grodek-Szostak et al. (2021) reported that teachers perceived their lowest proficiency in this competence dimension. Results by Quast et al. (2023) indicated that teachers felt least competent in the competence dimension 'Assessment'. These findings have in common that they highlight a high degree of heterogeneity in competence beliefs, which may stem from differences in operationalisation or contextual factors, such as the fact that these studies were conducted in different countries. However, the mean levels reported across studies exhibited high standard deviations, indicating significant between-person variance and suggesting the existence of distinct groups of teachers with varying professional digital competence beliefs.

2.2. Profiles of teachers' professional digital competence beliefs

Significant findings suggest variability in teachers' professional digital competence beliefs (e.g., Krumsvik, Jones, Øfstegeard, & Eikeland, 2016; Suárez-Rodríguez, Almerich, Orellana, & Díaz-García, 2018). A few studies have explored profiles of teachers' professional digital competence beliefs by considering related variables, such as task values and technology usage. Wu et al. (2021) identified three profiles, combining motivational beliefs, usage behaviour, professional digital competence beliefs, and value beliefs. The profiles were labelled 'negative users' (11.7%), 'moderate users' (59.3%), and 'positive users' (29.0%), with significant differences found across all constructs examined. Schulze-Vorberg, Krille, Fabriz, and Horz (2021) differentiated three profiles by focusing on teachers' technological knowledge beliefs (TK), technological pedagogical knowledge beliefs (TPK), self-efficacy in using technology, and technology use. While teachers across all profiles reported medium levels of technology use, they differed in their self-reported TK, TPK, and self-efficacy, with each profile representing low, medium, and high levels of these attributes. A study by Howard, Tondeur, Siddiq, and Scherer (2021) investigated teachers' readiness for online teaching, identifying four profiles of self-efficacy beliefs and institutional support for online teaching: high (16.7%), medium (23.4%), low (46.4%), and inconsistent (13.5%). A study by Scherer, Howard, Tondeur, and Siddiq (2021) identified three profiles of higher education teachers related to their readiness for online teaching: low

Table 1

Comparison of the competence dimensions according to the DigCompEdu framework (Redecker & Punie, 2017) and according to Quast et al. (2023).

Quast et al. (2023)	DigCompEdu					
	Professional Engagement	Digital Resources	Teaching and Learning	Assessment	Empowering Learners	Facilitating Learners' Digital Competence
Administration and Professional Development	x	x				
Lesson Planning	x	x	x			
Teaching and Supporting Students Assessment			x	x		
Empowering All Students					x	
Facilitating Students' Digital Competence						x
Privacy and Copyright Rules		x				x

(39,4%), inconsistent (52,1%), and high (8,5%) readiness. Lastly, Gao et al. (2023) found three classes of teachers' teaching-related professional digital competence and attitudes towards digital technologies by using Latent+ Class Analyses (LCA): 'low-level of digital teaching competence' (11.7%), 'intermediate-level of digital teaching competence' (45.3%), and 'high-level of digital teaching competence' (43.0%). These studies contribute to understanding the heterogeneity in various aspects of teachers' digital competence beliefs.

However, to our knowledge, studies have yet to specifically explore the heterogeneity of teachers using profile analysis solely based on professional digital competence beliefs across different competence dimensions related to tasks inside and outside the classroom. This represents a research gap in teacher education, which is significant to investigate, as we cannot assume that all competence dimensions develop uniformly (see Quast et al., 2023). Furthermore, a comprehensive understanding of teachers' professional digital competence beliefs across various task domains is needed, as teacher education should not focus solely on teaching competencies but also on other professional tasks, such as organisational and administrative responsibilities. By broadening the scope of research to include these areas, teacher educators can better support teachers in their overall professional development.

2.3. Professional digital competence beliefs and links to teacher characteristics and school characteristics

Scholars have investigated the relationship between teachers' professional digital competence beliefs and various teacher characteristics (e.g., age, gender, value beliefs) and school characteristics (e.g. school track, technical equipment), with somewhat contradictory findings (Cheng & Xie, 2018; Tzafilkou, Perifanou, & Economides, 2023).

Prensky (2001) suggested that "digital natives" are more digitally competent than older "digital immigrants" due to generational socialisation processes. However, research on the relationship between teachers' **age** and their professional digital competence beliefs has yielded contradictory results: Several studies have indicated that younger teachers reported higher professional digital competence beliefs in general (Hatos et al., 2022; Krumsvik et al., 2016; Liu, Yue, Zhao, & Su, 2022) or only in specific competence dimensions (Yang, Martínez-Abad, & García-Holgado, 2022), while other studies have found no meaningful association (Cheng & Xie, 2018; Suárez-Rodríguez et al., 2018).

Socialisation differences can also be assumed for **gender**, as suggested by the gender schema theory by Bem (1981). Some research points to gender differences in teachers' professional digital competence beliefs, with studies indicating that more female than male teachers are classified into profiles with low or medium competence beliefs (Schulze-Vorberg et al., 2021), or that female teachers have lower professional digital competence beliefs compared to male teachers (Guillén-Gámez, Mayorga-Fernández, Bravo-Agapito, & Escribano-Ortiz, 2021; Hatos et al., 2022). However, other findings

suggest the opposite (Tzafilkou et al., 2023) or show no gender differences (Gao et al., 2023; Liu et al., 2022).

Other teacher characteristics, e.g., their **value beliefs**, are also related to teachers' professional digital competence beliefs. According to the expectancy-value theory (Eccles et al., 1983), a study on teachers' profiles of professional digital competence beliefs found that teachers with higher competence beliefs in using technology also placed higher value on technology use (Wu et al., 2021).

Studies have also investigated differences in teachers' professional digital competence beliefs according to school characteristics such as the **school track**. Findings indicate that secondary school teachers have in general higher professional digital competence beliefs than primary school teachers (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; Gao et al., 2023; Li, Liu, Yuxuan, & Su, 2022), or at least in some competence dimensions (Hatos et al., 2022; Tzafilkou et al., 2023). These differences may be attributed to the distinct challenges faced by teachers in different school tracks (Li et al., 2022).

Another important school characteristic is the availability of **technical equipment**, as it is assumed that teachers in well-equipped schools have more learning opportunities and application possibilities. Research has shown that the accessibility of technical equipment in schools positively contributes to developing teachers' professional digital competence (see Masoumi & Noroozi, 2023; Rubach & Lazarides, 2021b).

In summary, research on teachers' professional digital competence beliefs provides valuable insights into the links between these competence beliefs and teacher and school characteristics, though findings are often contradictory. Differences between teachers emerge when examining specific competence dimensions (e.g., Yang et al., 2022). This raises questions about the existence of different patterns of professional digital competence beliefs among teachers, and how these patterns may be linked to various teacher and school characteristics.

2.4. Latent Profile Analysis

Person-centred approaches are applied to explore within- and between-person differences. LPA, as one person-centred approach, clusters individuals with similar characteristics within a population into profiles based on a set of indicators. The within-profile variance and covariance of these indicators can be specified in different combinations, which may influence the formation of profiles (Nylund-Gibson & Choi, 2018). Since the most suitable variance-covariance structure has yet to be discovered beforehand, different specifications of the VCM must be tested (Masyn, 2013). Adjustments to the VCM can result in a different number of profiles and alternative compositions of teacher groups that may better fit the data (Johnson, 2021). Although LPA has gained popularity as a method, only a few studies have examined different VCM approaches (e.g., Pastor, Barron, Miller, & Davis, 2007), with most researchers opting for the default settings of statistical software (e.g., Howard et al., 2021). In *Mplus*, for instance, the default setting for LPA assumes uncorrelated variables and equal variances

across profiles. However, it is reasonable to assume that the variables may correlate similarly or to varying degrees across profiles and the variances of the variables might differ. Such variations might be important to consider. For example, the results of a study by Wu et al. (2021) showed a link between teachers' professional digital competence beliefs and technology use. If we would then investigate profiles using professional digital competence beliefs and technology use as indicators and use the default setting for LPA in *Mplus* (see above), we would ignore these empirically proven correlations between the variables. Therefore, our study explores the potential of specifying different within-profile variances and covariances to identify teachers' profiles of professional digital competence beliefs, incorporating the covariances demonstrated in previous research (e.g., Quast et al., 2023).

2.5. The present study

The present study aims to identify and describe profiles that capture the heterogeneity of professional digital competence beliefs. We focus on seven intercorrelated competence dimensions (see Quast et al., 2023) and use different approaches to specify the VCM of LPA to better understand the links between teachers' professional digital competence beliefs across various competence dimensions. Based on the research gaps highlighted in the previous chapters, the following research questions (RQ) are investigated.

RQ1. How can teachers be classified into different profiles based on their professional digital competence beliefs?

RQ2. How do teacher characteristics (gender, age, interest, and utility using technology in teaching) and school characteristics (school track and diversity of technical school equipment) predict teachers' profile membership?

RQ3. How do results change when applying the standard VCM approach (invariant variances, diagonal) compared to results obtained using the VCM approach that best fits theory and data?

3. Methods

3.1. Sample

Data was utilised from the DigiKompEL project (Rubach & Lazarides, 2017–2020). In May and June of 2020, during the COVID-19 pandemic, $N = 2282$ student teachers, pre-service teachers and teachers from Germany, Austria and Switzerland participated in an online survey. At that time, most schools in Germany had reopened. They implemented distance learning and hybrid teaching, where half of the class attended school for one week while the other half learned from home, often supported by digital technologies. In the survey, however, we asked teachers to refer to their competence beliefs in general, independent of the COVID-19 pandemic. The sample was acquired through social media (Twitter and Facebook), where the principal investigators and members of the research group shared an invitation to participate via a survey link. Additionally, teachers were invited through e-mail newsletters distributed by common teacher associations, who were asked to share the survey link. The survey remained open for six weeks. The present study used a sub-sample of $n = 698$ German teachers (72.0 % women¹; age: $M = 45.09$,² $SD = 11.00$), who had, on average, 17.53 years ($SD = 11.50$) of teaching experience and worked in different school tracks: elementary schools (24.8 %), lower secondary schools (26.5 %), lower and upper secondary schools (17.8 %), and high-academic track schools

¹ According to Statistisches Bundesamt (2023) 73.08 % of the teachers in the general schooling system in Germany are female.

² According to Statistisches Bundesamt (2023) more than half of the teachers in the general schooling system in Germany are between 35 and 54 years old.

(34.4 %).³ The most frequently taught subjects within the subsample were German language (49.0 %), mathematics (42.7 %), and English language (27.7 %).⁴

3.2. Instruments

3.2.1. Teachers' professional digital competence beliefs

Teachers' professional digital competence beliefs were operationalised with an instrument developed and validated by Quast et al. (2023) based on the European Framework for the Digital Competence of Educators (Redecker & Punie, 2017). The instrument consists of 29 items in seven subscales, which are presented along with example items and McDonald's ω in Table 2 (for more information about the validation of the scales, their descriptions and all items, see Quast et al., 2023).⁵ All items were rated on a 5-point Likert scale (1 = *not competent at all* to 5 = *very competent*). The response option 'I cannot answer the question' was excluded from this analysis, as no participants selected this category.

3.2.2. Age and gender

Teachers gave information on their age (open-ended question) and gender (1 = *female*, 2 = *male*, 3 = *diverse*). Since only female and male teachers participated in the study, the values were recoded into a binary format (0 = *male*, 1 = *female*).

3.2.3. Value beliefs using technology in teaching

Teachers' beliefs about the use of technology in teaching were assessed using an adapted version of an instrument by Rubach and Lazarides (2019, 2021a) based on the expectancy-value model by Eccles (2005). In the present study, we adapted the subscales 'Interest' (e.g., "Using digital media in teaching is interesting.", $\omega = .91$) and 'Utility' (e.

Table 2
Subscales of Professional Digital Competence Beliefs with Example Items and McDonald's ω

Subscale	#Items	Example Item	ω	
ADMIN	Administration and Professional Development	7	using digital media for your professional development?	.92
LESS	Lesson Planning	4	selecting suitable digital teaching and learning resources for your lessons?	.91
TEACH	Teaching and Supporting Students	4	using digital media to improve interaction with students in class?	.92
ASSES	Assessment	3	using digital media to monitor learning and assess performance in class	.89
EMPOW	Empowering All Students	5	using digital media to create real-life learning contexts in class?	.89
COMP	Facilitating Students' Digital Competence	4	teaching students how to critically evaluate information from digital media?	.88
COPY	Privacy and Copyright Rules	2	correctly applying privacy and copyright rules in the job-related context?	.82

³ Multiple responses were possible.

⁴ More than one subject could be chosen.

⁵ A confirmatory factor analysis shows a good fit: $\chi^2(355) = 958.386$, $p < 0.001$, RMSEA = .05, CFI = .95, SRMR = .04. The factor loadings range between $.66 \leq \lambda \leq .90$. The factors' McDonalds ω range between $.80 \leq \omega \leq .90$.

g., “Using digital media in teaching has advantages for my everyday professional life.”, $\omega = .86$).⁶ Each subscale consists of three items rated on a 5-point Likert scale (1 = *fully disagree* to 5 = *fully agree*). The response option ‘I cannot answer the question’ was excluded from the analysis, as no participants selected this category.

3.2.4. School track

Teachers were asked to indicate the school track in which they were teaching: 1 = *primary school*, 2 = *lower secondary level school*, 3 = *lower and upper secondary school*, 4 = *grammar school*. Multiple responses were possible. For clarity, in the present study, we differentiate only between primary and secondary schools and therefore recoded the school track into a binary format (0 = *secondary school*, 1 = *primary school*).

3.2.5. Diversity of technical school equipment

The diversity of school equipment was assessed similarly to Rubach and Lazarides (2021a) with an adapted version of the scale by Breiter, Welling, and Stolpmann (2010). Teachers were asked about their access to various technologies at school, including stationary computers, laptop class sets, tablet class sets, beamers/projectors, interactive whiteboards (smartboards), digital cameras or recording devices, and LAN and/or WIFI access. The items were coded as 0 = *not available at our school* or 1 = *available at our school* and the scores were summed to provide an overall measure of the diversity of school equipment available to teachers (min/max: 0/7).

3.3. Statistical analyses

3.3.1. Conducting LPA with different specifications of the VCM (RQ1)

We conducted LPAs using *Mplus* 8.8 (L. K. Muthén & Muthén, 2017) with Maximum Likelihood Estimation with Robust Standard Errors (MLR). The formation of latent profiles is influenced by observed indicators, their variances and residual covariances (Johnson, 2021). To determine the optimal number of profiles, we performed separate LPA with $k = 2$ to $k = 6$ classes, using six different configurations of the VCM. Table 3 and Fig. 1 provide an overview of the differences between the six VCM specifications.⁷

Masyn (2013) recommended testing different VCM specifications, as the variance-covariance structure that best fits the data has yet to be known a priori. When conducting LPA with varying VCM specifications, the following proposed steps should be applied consistently across all profile solutions and VCM specifications simultaneously.

3.3.2. Deciding on the number of profiles (RQ1)

After estimating each model across all six VCM specifications (see Fig. 1), the next step is to compare all models. Different approaches exist for identifying the best-fitting profile solution (Spurk, Hirschi, Wang, Valero, & Kauffeld, 2020; Weller, Bowen, & Faubert, 2020). Since there are no universal or agreed-upon guidelines for selecting the best-fitting profile solution, we describe the procedure applied based on different methods found in the relevant literature.

The following statistical fit indices were analysed: Log-Likelihood value, Bayesian Information Criterion (BIC), Vuong-Lo-Mendell-Rubin likelihood ratio test (VLMR), the Bootstrapped likelihood ratio test (BLRT), group sizes of the profiles, and entropy value. In addition to these statistical fit indices, theoretical and content-related aspects must also be considered when identifying the best-fitting profile solution. It is crucial to check whether the model is interpretable and provides relevant new information compared to other solutions (Spurk et al., 2020).

⁶ A confirmatory factor analysis shows a good fit: $\chi^2(8) = 59.381$, $p < 0.001$, RMSEA = .10, CFI = .98, SRMR = .03. The factor loadings range between $.76 \leq \lambda \leq .91$.

⁷ In Appendix A, Syntax A1-A6, we provide example syntaxes for computing LPA with six different specifications of the VCM in *Mplus*.

The individual steps are outlined in Fig. 2.

We began by excluding all models that did not converge, even after increasing the start values, or whose highest Log-Likelihood value could not be replicated (Johnson, 2021). Next, we identified the model with the lowest BIC value and checked whether the VLMR and BLRT were significant (Nylund, Asparouhov, & Muthén, 2007; Nylund-Gibson & Choi, 2018; Tein, Coxé, & Cham, 2013). Each time a profile solution was dismissed, the process was repeated, starting with the VLMR and BLRT analysis of the model with the next-lowest BIC value. If both the VLMR and BLRT were significant, we checked the size of the smallest group (Ferguson, Moore, E, & Hull, 2020; Weller et al., 2020). When all group sizes were $\geq 5\%$ of the sample, we assessed the entropy value. Although entropy has not been consistently proven as a reliable indicator (Tein et al., 2013), we decided to incorporate entropy as a soft criterion due to its widespread use. Guided by B. O. Muthén (2008), we set an entropy threshold of $\geq .80$, which did not require further proof. If the entropy was between .60 and .80, we followed Weller et al. (2020) and checked if the diagonal average latent class probability was $\geq .80$. If the diagonal average latent class probabilities were $\geq .80$ across all profiles, we evaluated whether the model could be interpreted comprehensibly. If more than one model met the statistical fit criteria, we compared the models in content, i.e., informativeness, interpretability, and parsimony. If an additional profile introduced a meaningful new formation of variables compared to the previous solution, we preferred the model with the additional profile. However, if the additional profile showed little difference from a profile in the prior solution and did not provide new insights, we favoured the prior model with fewer profiles for the sake of parsimony (Spurk et al., 2020).

3.3.3. Predicting profile membership (RQ2)

After deciding on the profile solution among the different VCM approaches that fit theory and data best, we assessed which teacher and school characteristics predict teachers' profile membership. We used two recommended approaches that include the profile misclassification probabilities (see Bakk & Kuha, 2021): the Bias-Corrected Three-Step approach (R3STEP approach; Vermunt, 2010) and the Bolck-Croon-Hagenaars approach (BCH method; Bolck, Croon, & Hagenaars, 2004). The R3STEP approach uses binary or multinomial logistic regression analysis to predict profile membership with one or more indicators (Asparouhov & Muthén, 2021). The BCH method performs a weighted multiple-group analysis using Wald tests to examine differences in profile-specific means (Asparouhov & Muthén, 2021). Both approaches are preferred over one-step approaches and the naive three-step approach, where the latent profile analysis results are exported to another statistical program for further analysis, as the latter ignores misclassification errors (Bakk & Kuha, 2021).

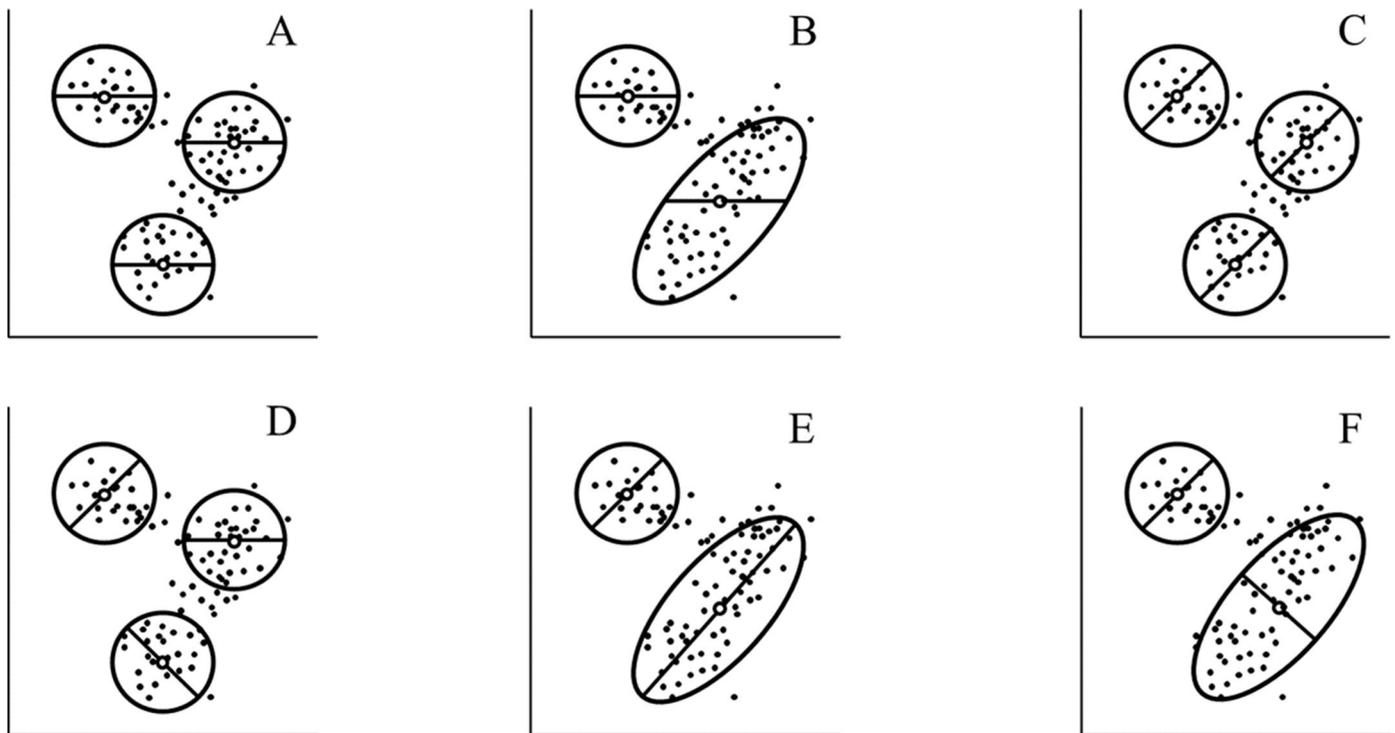
We conducted a multinomial logistic regression analysis using the R3STEP approach because it accommodates both categorical and continuous indicators. The regression analysis included sociodemographic characteristics (gender, age), value beliefs using digital media in teaching (interest, utility) and school characteristics (school track, diversity of technical school equipment). Since the R3STEP approach does not provide mean values for the indicators, we also employed the BCH method to compare continuous indicators (age, interest in using technology for teaching, utility of using technology for teaching, diversity of technical school equipment) between profiles and calculate means, accounting for misclassification probabilities.

3.3.4. Examining differences in the profile composition with different specifications of the VCM (RQ3)

Finally, we compared the results of the profile solution that fits theory and data best with the results of the best-fitting profile solution obtained using the standard VCM approach, which assumes uncorrelated indicators and invariant variances. We 1) compared the between-profile means using z-tests, 2) ranked and compared the within-profile means for the two investigated VCM approaches, and 3) compared

Table 3
Overview of the Different Specifications of the Variance-Covariance Matrix.

Specifications of the Variance-Covariance Matrix	Variances		Covariances		
	constrained equal across profiles	can vary across profiles	conditional independence	constrained equal across profiles	can vary across profiles
profile-invariant variances, diagonal (Approach A)	x		x		
profile-varying variances, diagonal (Approach B)		x	x		
profile-invariant variances, invariant covariances (Approach C)	x			x	
profile-invariant variances, varying covariances (Approach D)	x				x
profile-varying variances, invariant covariances (Approach E)		x		x	
profile-varying variances, varying covariances (Approach F)		x			x



Notes. A: variances are constrained equal across profiles, conditional independence. B: variances can vary across profiles, conditional independence. C: variances and covariances are constrained equal across profiles. D: variances are constrained equal across profiles, covariances can vary across profiles. E: variances can vary across profiles, covariances are constrained equal across profiles. F: variances and covariances can vary across profiles.

Fig. 1. Hypothetical Scatterplots with the different specifications of the variance-covariance matrix.

both profile solutions regarding profile membership predictors and profile-specific mean-value differences.

4. Results

The results section is organised according to the research questions.

4.1. Teachers' profiles of professional digital competence beliefs (RQ1)

The results for all six VCM specifications are depicted in Table 4.

First, we excluded all profile solutions whose highest log-likelihood could not be replicated, and that did not converge even after increasing the number of start values. This applied to some profile solutions of approaches D, E, and F. We then identified the 4-profile solution of approach F as having the lowest BIC, with a significant VLMRT and BLRT. However, the smallest group of this model contained less than

5% of the sample, so this model was dismissed. The 3-profile solution of approach C showed the lowest BIC and significant VLMRT and BLRT of the remaining profile solutions. The smallest group of the 3-profile solution of approach C contains 26.6% of the sample. Since the entropy was <.80, we checked the diagonal average latent class probabilities, which were all above .80. For parsimony, we compared the 3-profile solution of approach C with the 2-profile solution of approach C, which had the next-lowest BIC and met other fit criteria. Based on content-related criteria, we decided that the 3-profile solution of approach C fit the data better because the additional profile provided relevant new data formation. Thus, based on statistical fit indices and content-related criteria, we decided that the 3 profile-solution of approach C fits our data best.

Using approach C, teachers were classified into three profiles (Fig. 3, right side): Teachers in Profile 1_C and 2_C showed lower professional digital competence beliefs in all dimensions compared to teachers in

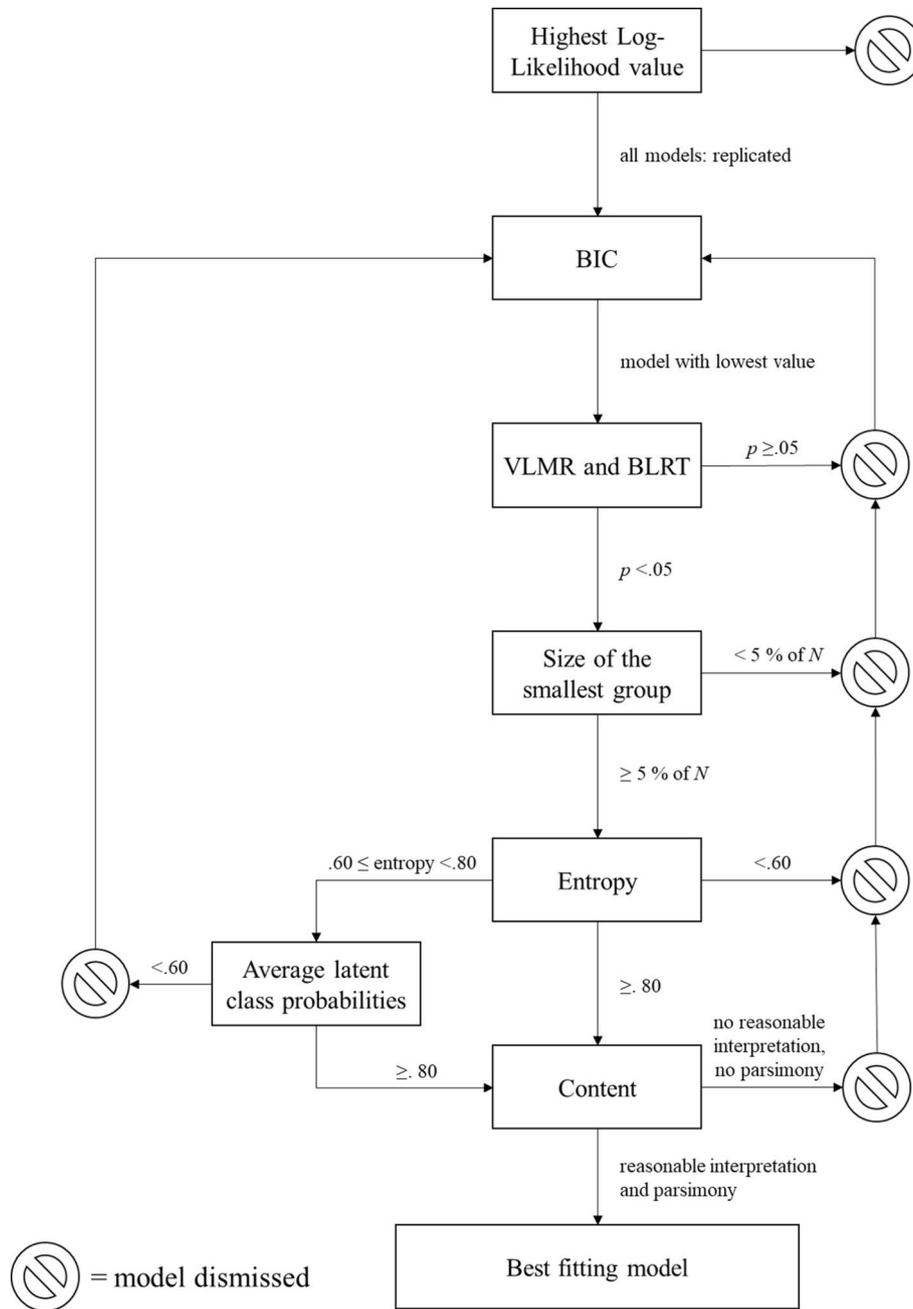


Fig. 2. Proposed procedure for identifying the best-fitting profile solution in latent profile analyses.

Profile 3_C. Teachers of Profile 2_C showed higher professional digital competence beliefs compared to teachers of Profile 1_C in all seven dimensions. However, regarding ASSES, teachers in Profile 2_C showed remarkably low professional digital competence beliefs compared to the six other dimensions.

The correlations between the latent variable means in the three profiles are shown in Table 5. All variables were significantly correlated with each other.

4.2. Predictors of teachers' profile membership (RQ2)

The results of the multinomial logistic regression analyses of the VCM approach C are presented in Table 6. In regression model 1, being female and older predicted classification to Profile 1_C (relatively low profile) relative to Profile 2_C (medium profile) and Profile 1_C relative to Profile 3_C (relatively high profile). Membership in Profile 2_C relative to

Profile 3_C was only predicted by younger age. In regression model 2, being female, older, having lower interest, and lower utility of using technology for teaching increased the probability of being in Profile 1_C relative to Profile 3_C. Membership in Profile 1_C relative to Profile 2_C was predicted only by being female, older, and having a lower interest in using technologies for teaching, while younger age predicted classification to Profile 2_C relative to Profile 3_C. In the final regression model, the classification to Profile 1_C relative to Profile 2_C was predicted by being female, older, and having a lower interest in using technology for teaching. Younger age was the only predictor of membership in Profile 2_C relative to Profile 3_C. Membership in Profile 1_C relative to Profile 3_C was predicted by being female, older, and having a lower interest in and utility of using technology for teaching. School track and diversity of technical school equipment did not predict any profile membership.

The results of the weighted multiple-group analyses for the VCM approach C are presented in Table 7. All profiles differed in age and

Table 4
Overview of Model Fit Indices of All Latent Profile Analyses.

Model	^b Profiles	^b Par	LL	LL Replicated	BIC	VLMRT	BLRT	Smallest group ≥ 5 % of N	Entropy
A: Profile-invariant variances, diagonal									
2	22	22	-5697.43	Yes	11538.93	<.001	<.001	Yes	.876
3	30	30	-5259.61	Yes	10715.67	<.001	<.001	Yes	.884
4	38	38	-5077.44	Yes	10403.70	.199	<.001	Yes	.870
5	46	46	-4994.09	Yes	10289.39	.027	<.001	Yes	.846
6	54	54	-4960.26	Yes	10274.12	.098	<.001	No	.854
B: Profile-varying variances, diagonal									
2	29	29	-5627.42	Yes	11444.74	<.001	<.001	Yes	.883
3	44	44	-5190.82	Yes	10669.76	.301	<.001	Yes	.889
4	59	59	-4925.32	Yes	10236.99	.072	<.001	Yes	.905
5	74	74	-4792.30	Yes	10069.18	.119	<.001	Yes	.877
6	89	89	-4739.74	Yes	10062.27	.481	<.001	Yes	.866
C: Profile-invariant variances, invariant covariances									
2	43	43	-4909.37	Yes	10100.32	<.001	<.001	Yes	.697
3	51	51	-4873.23	Yes	10080.42	.006	<.001	Yes	.669
4	59	59	-4848.40	Yes	10083.15	.251	<.001	No	.749
5	67	67	-4824.01	Yes	10086.75	.495	<.001	No	.709
6	75	75	-4803.84	Yes	10098.80	.203	<.001	No	.769
D: Profile-invariant variances, varying covariances									
2	64	64	-4815.87	Yes	10050.83	.249	<.001	Yes	.826
3	93	93	-4739.33	Yes	10087.64	.459	<.001	Yes	.742
4	122	122	-4644.78	Yes	10088.45	.261	<.001	No	.734
5	151	151	-4582.57	No	10153.92	.201	<.001	No	.757
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/
E: Profile-varying variances, invariant covariances									
2	50	50	-4837.45	Yes	10002.30	.282	<.001	No	.981
3	65	65	-4737.50	No	9900.63	.240	<.001	No	.753
4	80	80	-4662.66	Yes	9849.18	.240	<.001	No	.757
5 ^a	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	110	110	-4550.14	No	9820.59	.240	<.001	No	.795
F: Profile-varying variances, varying covariances									
2	71	71	-4767.90	Yes	10000.72	.309	<.001	No	.999
3	107	107	-4639.12	No	9978.90	.240	<.001	No	.899
4	143	143	-4549.79	No	10035.98	.047	<.001	No	.788
5 ^a	/	/	/	No	/	/	/	/	/
6 ^a	/	/	/	No	/	/	/	/	/

Note.
^a Model did not converge even after increasing the number of start values to 50,000 with 1000 initial stage iterations and 5000 final stage optimizations.
^b Par = Number of estimated parameters; LL = Log-Likelihood; LL Replicated = Log-Likelihood replicated; BIC = Bayesian information criterion; VLMRT = Vuong-Lo-Mendell-Rubin Test; BLRT = Bootstrap-Likelihood-Ratio Test.

utility of using technology for teaching. As indicated by the regression analysis, teachers in Profile 1_C had the highest average age ($M = 52.14$, $SD = .86$) followed by those in Profile 3_C ($M = 45.71$, $SD = .96$), and then Profile 2_C ($M = 40.37$, $SD = .74$). Teachers in Profile 3_C reported the highest utility of using technology in teaching ($M = 4.27$, $SD = .07$) followed by Profile 2_C ($M = 4.00$, $SD = .06$) followed by Profile 1_C ($M = 3.21$, $SD = .08$). The interest in using technology in teaching did not differ between teachers in Profile 2_C and 3_C. However, teachers in Profile 1_C reported lower interest in using technology in teaching ($M = 3.26$, $SD = .08$) compared to those in Profile 2_C ($M = 4.14$, $SD = .06$) and Profile 3_C ($M = 4.34$, $SD = .07$). The diversity of technical school equipment did not differ between teachers in Profile 1_C ($M = 4.29$, $SD = .13$), 2_C ($M = 4.42$, $SD = .09$) and 3_C ($M = 4.60$, $SD = .14$).

4.3. Changes in teachers' profiles of professional digital competence beliefs when applying the standard VCM approach (RQ3)

For the standard VCM approach in *Mplus* (approach A), the 5-, 3-, and 2-profile solutions showed a good fit (see Table 4). Thus, we decided to compare the mean value patterns of these three profile solutions. Based on content-related criteria, the additional profiles in the 5-profile solution of approach A did not provide new insights compared to the 3-profile solution. However, the additional profile of the 3-profile solution provided a relevant new data formation compared to the 2-profile solution. As a result, we further investigated the 3-profile solutions of approaches A (the default setting in statistical programs) and approach

C (the best-fitting approach) to examine the differences between the two VCM approaches.

Using approach A, teachers were grouped into three profiles (Fig. 3, left side): Teachers in Profile 1_A showed lower professional digital competence beliefs in all dimensions compared to teachers in Profile 2_A and 3_A. Teachers in Profile 3_A showed higher professional digital competence beliefs in all dimensions compared to teachers in Profile 1_A and 2_A.

For both approaches A and C, we identified profiles with relatively low (Profile 1_A and 1_C), medium (Profile 2_A and 2_C), and relatively high (Profile 3_A and 3_C) professional digital competence beliefs (Fig. 3).

Table 8 shows the correlations between the latent variable means in the three profiles of approach A. In contrast to approach C, not all variables correlated significantly within the three profiles in approach A.

Z-tests were used to compare teachers' professional digital competence beliefs across similar profiles in approaches A and C (Table 9). Teachers in Profile 1_A showed lower professional digital competence beliefs in TEACH, ASSES, and COPY compared to teachers in Profile 1_C. Compared to Profile 2_C, teachers in Profile 2_A reported lower professional digital competence beliefs in ADMIN but higher competence beliefs in ASSES. Teachers in Profile 3_A showed higher professional digital competence beliefs in all dimensions except ASSES, compared to teachers in Profile 3_C.

The within-profile rankings of professional digital competence beliefs for all profiles in both VCM approaches are shown in Table 10. The within-profile rankings for teachers in Profile 1_A and Profile 1_C differed

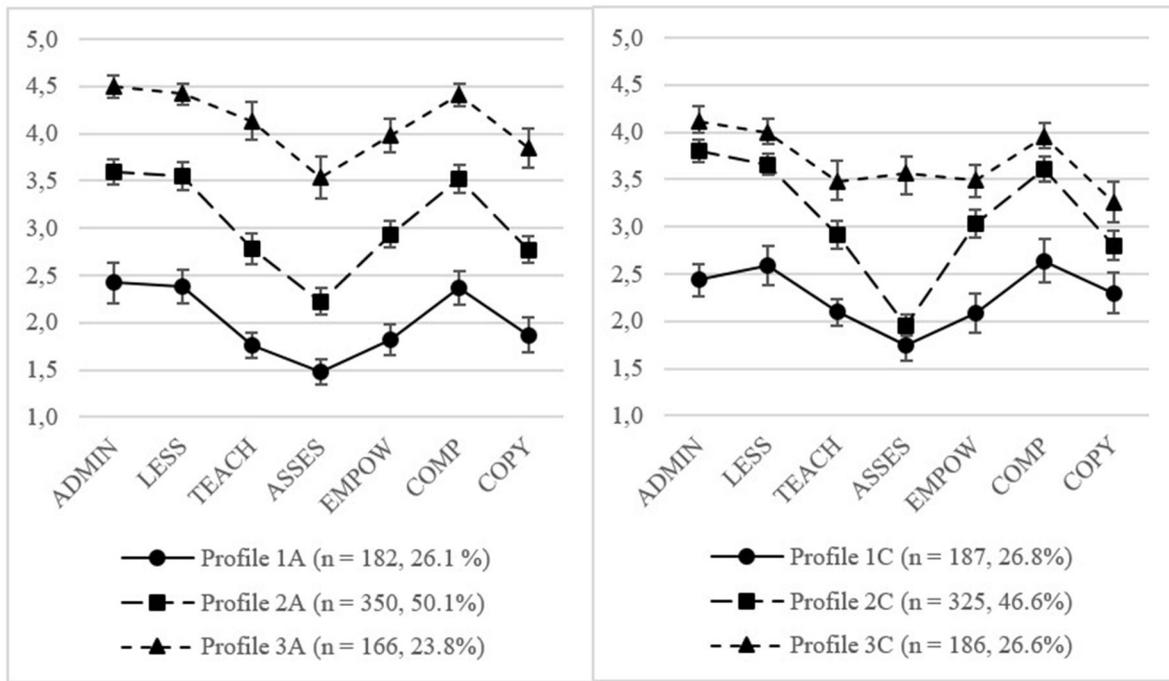


Fig. 3. Left: Profile Means and 95% Confidence Interval of the Three-Profile-Solution of Approach A: Profile-invariant variances, diagonal. Right: Profile Means and 95% Confidence Interval of the Three-Profile-Solution of Approach C: Profile-invariant variances, invariant covariances.

Table 5
Correlation Analysis of Latent Variable Means for Profiles 1, 2 and 3 of the Three-Profile-Solution of Approach C.

Variable	LESS	TEACH	ASSES	EMPOW	COMP	COPY
ADMIN	.30 ^a	.37 ^a	.22 ^a	.26 ^a	.25 ^a	.35 ^a
LESS		.42 ^a	.27 ^a	.33 ^a	.31 ^a	.36 ^a
TEACH			.43 ^a	.46 ^a	.41 ^a	.43 ^a
ASSES				.34 ^a	.26 ^a	.30 ^a
EMPOW					.39 ^a	.41 ^a
COMP						.49 ^a

Note.
^a $p < 0.001$.

Table 6
Stepwise Multinomial Logistic Regression Analysis to Predict Profile Membership: Odds Ratios (95% Confidence Intervals) for the Three-Profile-Solution of Approach C.

Variables	Profile 1C vs. Profile 2C			Profile 2C vs. Profile 3C			Profile 1C vs. Profile 3C		
	OR	95% CI	SE	OR	95% CI	SE	OR	95% CI	SE
Model 1 (n = 685)									
Gender ^c	2.53 ^a	[1.31, 4.86]	.84	1.33	[.78, 2.25]	.36	3.35 ^b	[1.80, 6.22]	1.06
Age	1.12 ^b	[1.09, 1.15]	.02	.96 ^b	[.93, .98]	.01	1.07 ^b	[1.04, 1.10]	.02
Model 2 (n = 677)									
Gender ^c	3.39 ^a	[1.67, 6.88]	1.23	1.38	[.80, 2.36]	.38	4.66 ^b	[2.24, 9.70]	1.74
Age	1.11 ^b	[1.07, 1.15]	.02	.96 ^b	[.93, .98]	.01	1.06 ^a	[1.02, 1.09]	.02
Interest in using technology for teaching	.44 ^a	[.26, .74]	.12	.89	[.55, 1.43]	.22	.39 ^b	[.24, .65]	.10
Utility of using technology for teaching	.67	[.37, 1.24]	.21	.62	[.38, 1.01]	.16	.42 ^a	[.24, .73]	.12
Model 3 (n = 627)									
Gender ^c	3.39 ^a	[1.58, 7.26]	1.32	1.29	[.73, 2.29]	.38	4.39 ^b	[2.00, 9.66]	1.77
Age	1.10 ^b	[1.06, 1.14]	.02	.96 ^a	[.94, .99]	.01	1.06 ^a	[1.02, 1.09]	.02
Interest in using technology for teaching	.51 ^a	[.31, .84]	.13	.82	[.51, 1.34]	.21	.42 ^a	[.24, .71]	.11
Utility of using technology for teaching	.61	[.35, 1.09]	.18	.67	[.41, 1.08]	.17	.41 ^a	[.24, .72]	.12
School track ^d	1.24	[.57, 2.71]	.49	1.35	[.68, 2.71]	.48	1.68	[.69, 4.08]	.76
Diversity of technical school equipment	.97	[.79, 1.20]	.10	.96	[.79, 1.17]	.10	.93	[.73, 1.18]	.11

Note. ^a $p < 0.05$.

^a $p < 0.01$.

^b $p < 0.001$.

^c Gender: 0 = male, 1 = female.

^d School level: 0 = secondary school, 1 = primary school.

in four competence dimensions, e.g., teachers in Profile 1_A reported their highest professional digital competence beliefs in ADMIN, whereas teachers in Profile 1_C rated COMP the highest. There were no differences in the within-profile rankings between Profile 2_A and Profile 2_C. Teachers in Profile 3_A and Profile 3_C differed in three dimensions of professional digital competence beliefs, such as ASSES being the lowest-rated competence belief dimension in Profile 3_A, while COPY was the lowest-rated dimension in Profile 3_C.

4.4. Changes in teachers' profile predictors when applying the standard VCM approach (RQ3)

The results for the multinomial logistic regression analyses of the

Table 7
 χ^2 -Difference-Test for Three-Profile-Solution of Approach C.

Variable	Overall test		Profile 1 _C vs. Profile 2 _C		Profile 2 _C vs. Profile 3 _C		Profile 1 _C vs. Profile 3 _C	
	χ^2	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>	χ^2	<i>p</i>
Age	93.07	<.001	92.83	<.001	16.23	<.001	23.64	<.001
Interest in using technology for teaching	105.55	<.001	65.06	<.001	3.83	.05	97.80	<.001
Utility of using technology for teaching	109.70	<.001	57.21	<.001	.09	.004	105.64	<.001
Diversity of technical school equipment	2.53	.28	.55	.46	.97	.33	2.52	.11

Table 8
 Correlation Analysis of Latent Variable Means for Profiles 1, 2 and 3 of the Three-profile-solution of approach A

Variable	Profile 1 _A						Profile 2 _A						Profile 3 _A					
	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7
1. ADMIN	.51 ^c	.31 ^c	.16 ^a	.19 ^a	.11	.14 ^a	.39 ^c	.19 ^c	.00	.07	.15 ^b	.09	.55 ^c	.50 ^c	.19 ^a	.35 ^c	.37 ^c	.26 ^c
2. LESS		.42 ^c	.21 ^b	.37 ^c	.28 ^c	.12		.22 ^c	.06	.07	.09	.02		.49 ^c	.25 ^b	.40 ^c	.39 ^c	.29 ^c
3. TEACH			.24 ^b	.37 ^c	.24 ^b	.08			.32 ^c	.13 ^a	.09	-.10			.34 ^c	.47 ^c	.42 ^c	.30 ^c
4. ASSES				.53 ^c	.16 ^a	.14				.06	-.01	-.01				.32 ^c	.12	.09
5. EMPOW					.41 ^c	.18 ^a					.18 ^b	.04					.37 ^c	.24 ^b
6. COMP						.33 ^c						.24 ^c						.49 ^c

Note.
^a *p* < 0.05.
^b *p* < 0.01.
^c *p* < 0.001.

Table 9
 Comparison of the Profile Means Between Similar Profiles of Approach A and C.

Profile	Variable	Approach A		Approach C		z-test	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
1	ADMIN	2.43	1.48	2.44	1.15	-.07	.94
	LESS	2.39	1.21	2.59	1.45	-1.43	.15
	TEACH	1.77	.92	2.09	1.01	-3.25	<.001
	ASSES	1.48	.90	1.75	1.18	-2.45	.01
	EMPOW	1.82	1.13	2.09	1.45	-1.96	.05
	COMP	2.37	1.25	2.64	1.61	-1.80	.07
	COPY	1.87	1.25	2.30	1.49	-2.99	<.001
2	ADMIN	3.60	1.27	3.80	1.06	-2.23	.03
	LESS	3.55	1.40	3.66	1.01	-1.20	.23
	TEACH	2.79	1.59	2.91	1.33	-1.13	.26
	ASSES	2.22	1.37	1.96	1.03	2.85	<.001
	EMPOW	2.93	1.37	3.03	1.39	-.91	.36
	COMP	3.52	1.42	3.61	1.24	-.88	.38
	COPY	2.77	1.33	2.80	1.46	-.29	.77
3	ADMIN	4.50	.73	4.11	1.16	3.78	<.001
	LESS	4.42	.76	3.99	1.08	4.33	<.001
	TEACH	4.13	1.29	3.48	1.54	4.35	<.001
	ASSES	3.54	1.46	3.56	1.27	-.16	.87
	EMPOW	3.98	1.15	3.49	1.13	4.08	<.001
	COMP	4.41	.80	3.95	1.02	4.76	<.001
	COPY	3.84	1.37	3.26	1.49	3.84	<.001

VCM approach A are presented in Table 11. In regression model 1, being female and older increased the classification probability to Profile 1_A relative to Profile 3_A. Membership in Profile 1_A relative to Profile 3_A was predicted by older age and membership to Profile 2_A relative to Profile 3_A. With older age, there was a higher probability of being classified into Profile 1_A relative to Profile 2_A and Profile 1_A relative to Profile 3_A. The probability of being classified in Profile 2_A relative to Profile 3_A increased with younger age. In the final regression model, all variables predicted the membership in Profile 1_A relative to Profile 3_A. Being female, older, having a lower interest in and utility of using technology for teaching, teaching in a primary school, and having lower diversity of technical school equipment increased the likelihood of being classified in Profile 1_A relative to Profile 3_A. Membership in Profile 1_A relative to Profile 2_A was predicted by older age, lower interest and utility of using technology for teaching, and lower diversity of technical school equipment. Membership in Profile 2_A relative to Profile 3_A was predicted by a lower utility of using technology for teaching.

The results of the weighted multiple-group analyses for the VCM approach A are presented in Table 12. Teachers' age did not differ significantly between Profile 2_A and 3_A. Teachers in Profile 1_A had the highest average age (*M* = 50.23, *SD* = .79) compared to Profile 3_A (*M* = 44.34, *SD* = .87) and Profile 2_A (*M* = 42.84, *SD* = .64). As indicated by

Table 10
 Ranking of the Within-Profile Means of Professional Digital Competence Beliefs for Similar Profiles of Approach A and C in Descending Order from Highest to Lowest Mean Value.

Dimensions from highest (1) to lowest (7) mean value	Approach A			Approach C		
	Profile 1 _A	Profile 2 _A	Profile 3 _A	Profile 1 _C	Profile 2 _C	Profile 3 _C
1	ADMIN	ADMIN	ADMIN	COMP	ADMIN	ADMIN
2	LESS	LESS	LESS	LESS	LESS	LESS
3	COMP	COMP	COMP	ADMIN	COMP	COMP
4	COPY	EMPOW	TEACH	COPY	EMPOW	ASSES
5	EMPOW	TEACH	EMPOW	TEACH	TEACH	EMPOW
6	TEACH	COPY	COPY	EMPOW	COPY	TEACH
7	ASSES	ASSES	ASSES	ASSES	ASSES	COPY

Table 11

Stepwise Multinomial Logistic Regression Analysis to Predict Profile Membership: Odds Ratios (95% Confidence Intervals) for the Three-Profile-Solution of Approach A

Variables	Profile 1 _A vs. Profile 2 _A			Profile 2 _A vs. Profile 3 _A			Profile 1 _A vs. Profile 3 _A		
	OR	95% CI	SE	OR	95% CI	SE	OR	95% CI	SE
Model 1 (n = 685)									
Gender ^d	1.55	[.939, 2.57]	.40	1.68 ^a	[1.09, 2.60]	.37	2.61 ^c	[1.55, 4.41]	.70
Age	1.07 ^c	[1.05, 1.09]	.01	.99	[.97, 1.01]	.01	1.06 ^c	[1.03, 1.08]	.01
Model 2 (n = 677)									
Gender ^d	1.77 ^a	[1.03, 3.04]	.49	1.68 ^a	[1.05, 2.68]	.40	2.96 ^b	[1.03, 3.04]	.94
Age	1.06 ^c	[1.04, 1.08]	.01	.98 ^a	[.96, 1.00]	.01	1.04 ^b	[1.04, 1.08]	.01
Interest in using technology for teaching	.65 ^a	[.47, .91]	.11	.07 ^a	[.44, .97]	.13	.43 ^c	[.47, .91]	.10
Utility of using technology for teaching	.69 ^a	[.48, .98]	.13	.42 ^c	[.26, .68]	.01	.29 ^c	[.48, .98]	.08
Model 3 (n = 627)									
Gender ^d	1.56	[.85, 2.83]	.48	1.36	[.82, 2.25]	.35	2.11 ^a	[1.04, 4.29]	.76
Age	1.06 ^c	[1.03, 1.08]	.01	.99	[.97, 1.01]	.01	1.04 ^b	[1.02, 1.07]	.01
Interest in using technology for teaching	.68 ^a	[.48, .96]	.12	.68	[.44, 1.06]	.16	.46 ^b	[.28, .76]	.12
Utility of using technology for teaching	.61 ^b	[.42, .88]	.12	.42 ^b	[.24, .73]	.12	.26 ^c	[.14, .47]	.08
School track ^e	1.46	[.85, 2.52]	.41	1.55	[.84, 2.87]	.49	2.27 ^a	[1.08, 4.74]	.85
Diversity of technical school equipment	.71 ^c	[.60, .84]	.06	.86	[.73, 1.02]	.07	.61 ^c	[.50, .76]	.07

Note.

^a $p < 0.05$.

^b $p < 0.01$.

^c $p < 0.001$.

^d Gender: 0 = male, 1 = female.

^e School level: 0 = secondary school, 1 = primary school.

the regression approach, teachers in Profile 3_A had the highest interest in using technology in teaching ($M = 4.51, SD = .06$) followed by Profile 2_A ($M = 3.99, SD = .05$) and Profile 1_A ($M = 3.38, SD = .08$). Teachers in Profile 3_A also reported the highest utility of using technology in teaching ($M = 4.45, SD = .06$), followed by Profile 2_A ($M = 3.88, SD = .04$) and Profile 1_A ($M = 3.29, SD = .07$). Teachers in Profile 3_A reported the highest diversity of technical school equipment ($M = 4.83, SD = .11$) followed by Profile 2_A ($M = 4.49, SD = .08$) and Profile 1_A ($M = 3.97, SD = .12$).

5. Discussion

Our study aimed to identify and describe latent profiles of teachers' professional digital competence beliefs using two different VCM approaches. Specifically, we sought to determine if the specification of the VCM matters when clustering teachers based on their professional digital competence beliefs. We highlight three main findings: (1) the identification of three profiles of teachers' professional digital competence beliefs, (2) teachers' relatively low competence beliefs in the dimension ASSES, and (3) the link between profiles and teachers' age. In the following, we discuss these results and examine the differences between the two VCM approaches.

5.1. Teachers' profiles of professional digital competence beliefs (RQ1)

Our study aimed to identify teachers' profiles of professional digital competence beliefs. We compared profile solutions with two to six profiles combined with each of six different VCM specifications to identify the best-fitting profile solution (RQ1). The 3-profile solution of VCM approach C fits the data best: Profile 1_C (relatively low competence beliefs), Profile 2_C (medium competence beliefs), and Profile 3_C

(relatively high competence beliefs). This profile solution aligns with previous findings that show correlations among teachers' professional digital competence dimensions (Quast et al., 2023). Therefore, VCM approach C, which allows the competence dimensions to covary equally across profiles, seems more plausible than approach A, the standard (default) approach in LPA using *Mplus*.

Our result suggests that teachers can be classified into three groups with relatively low, medium, and relatively high professional digital competence beliefs. Gao et al. (2023) also identified three classes of teachers' teaching-related digital competence beliefs and attitudes toward digital technologies in China. Although their classes were labelled 'low', 'intermediate', and 'high', the teachers reported medium to high digital teaching competence beliefs. Thus, the low profile (11.7%) had average mean levels of 3 on a scale from 1 to 5. In contrast, teachers in our study reported relatively low to relatively high competence beliefs, with 26.8% of the teachers classified in the relatively low profile with mean level ranging from 1.75 to 2.64 on a scale from 1 to 5. These differences might point to differences in teacher education between Chinese and German teachers that should be addressed in further studies. In line with Gao et al. (2023), our findings confirm the heterogeneity of teachers' professional digital competence beliefs in the German context, a crucial aspect for both theoretical understanding and teacher education. Future studies should explore whether the three profiles reflect distinct developmental stages in teachers' professional digital competence beliefs, necessitating longitudinal research designs to track their progression and identify influencing factors.

In VCM approach C, Profile 2_C (medium competence beliefs) exhibited a notable characteristic: teachers in this profile reported relatively low competence beliefs in the dimension ASSES compared to the other competence dimensions. With Profile 1_C and 2_C, almost three-quarters of teachers found themselves needing to be more competent in

Table 12

χ^2 -Difference-Test for Three-Profile-Solution of Approach A.

Variable	Overall test		Profile 1 _A vs. Profile 2 _A		Profile 2 _A vs. Profile 3 _A		Profile 1 _A vs. Profile 3 _A	
	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p	χ^2	p
Age	54.50	<.001	50.23	<.001	1.79	.181	25.88	<.001
Interest in using technology for teaching	140.83	<.001	41.69	<.001	44.86	<.001	137.26	<.001
Utility of using technology for teaching	162.82	<.001	46.65	<.001	56.32	<.001	160.144	<.001
Diversity of technical school equipment	28.92	<.001	12.74	<.001	5.72	.02	28.52	<.001

using technology for assessment. This finding aligns with previous research, which also highlighted low competence beliefs in digitally supported assessment (Chen, Zhou, Man, & Li, 2023; Hatlevik & Hatlevik, 2018) and vocational teachers' low competence beliefs in this area (Cattaneo, Antonietti, & Rauseo, 2022). Moreover, studies show that teachers seldom use quizzes and other assessment tools in the classroom (Backfisch, Lachner, Stürmer, & Scheiter, 2021; Kaarakainen & Saikkonen, 2021). In a study by Gao et al. (2023), teachers in the intermediate class similarly reported their lowest professional digital competence beliefs in digitally supported assessment, despite the small differences in the mean-level differences between the competence dimensions in the intermediate class. These results have practical implications for teacher training, suggesting a need for targeted training at different skill levels (Lucas, Dorotea, & Piedade, 2021a,b). Teachers who already feel competent in certain competence dimensions may prefer advanced training, while those with lower competence beliefs may benefit from beginner-level courses. This insight is particularly relevant given the large proportion of teachers who feel less competent in using technology for assessment. Training tailored to different skill levels could help close this gap and support individualised learning paths based on teachers' starting positions.

5.2. Teachers' profiles of professional digital competence beliefs and their relation to teacher and school characteristics (RQ2)

We also examined the link between teachers' profiles and various teacher and school characteristics (RQ2), an essential step in validating the identified profiles.

Only age predicted teachers' membership across all three profiles: teachers with higher professional digital competence beliefs were younger than teachers with lower competence beliefs but older than teachers with medium competence beliefs. This result aligns with previous findings (Kaarakainen & Saikkonen, 2021) and may be explained by the model of teacher career development by Huberman (1989). Teachers of Profile 2 (medium competence beliefs) might be in the stages of "experimentation/diversification" or "stock-taking/interrogation" (seven to 18 years of teaching experience), while teachers in Profile 3 (relatively high competence beliefs) may be in the subsequent stages of "serenity" or "conservatism" (19–30 years of teaching experience). These findings suggest that medium-aged teachers in Profile 3 (relatively high competence beliefs) may have benefited from a combination of teaching experience and technology-related learning opportunities, resulting in higher competence beliefs. Younger teachers in Profile 2 (medium competence beliefs) may have had fewer learning opportunities for teaching in general due to less professional experience. Older teachers in Profile 3 (relatively low competence beliefs) may be in the final stage of "disengagement" and may have had fewer learning opportunities for teaching with technology due to less media usage. These findings raise questions about the relationship between teachers' age, professional experience, technology-related learning opportunities, and their digital competence beliefs. Teacher training programs could benefit from addressing different age groups that may share similar experiences with technology.

No link between school characteristics and profile membership was found. In contrast to findings by Li et al. (2022), Gao et al. (2023) and Rubach and Lazarides (2021b), we found no linear relationship between teachers' professional digital competence beliefs and school track or diversity of technical school equipment. However, it is possible that other school-related characteristics, e.g., collegial collaboration, may be related to teachers' profiles of professional digital competence beliefs (Wu et al., 2021) and should be explored in future studies.

5.3. Influence of the VCM approach in LPA on teachers' profiles of professional digital competence beliefs (RQ3)

When applying the standard approach in *Mplus* (approach A), the 3-

profile solution also fitted the data best: Profile 1_A (relatively low competence beliefs), Profile 2_A (medium competence beliefs), and Profile 3_A (relatively high competence beliefs). Although the overall pattern of profiles was largely similar when comparing approaches A and C, the mean levels differed. For example, teachers in Profile 3_A had higher competence beliefs than those in Profile 3_C in six competence dimensions. Conversely, teachers in Profile 1_C generally had higher competence beliefs than those in Profile 1_A. These differences may stem from how covariances are handled in profile formation. In approach A, covariances are fixed at zero, while in approach C, covariances are constrained to be equal across profiles, influencing the mean compositions of the profiles (see Masyn, 2013).

An interesting finding was the difference in ranking competence beliefs within profiles between the two approaches. For Profile 1_A and 1_C (relatively low competence beliefs), the rankings differed in four competence dimensions, while for Profile 3_A and 3_C (relatively high competence beliefs), the ranking of three competence dimensions differed between profiles. No differences in the ranking of competence beliefs were found between Profile 2_A and 2_C. In both approaches, teachers across all profiles rated themselves as more competent in using technology for organisational tasks (ADMIN), lesson planning (LESS), and implementing classroom activities to facilitate students' digital competence (COMP) compared to using technology in teaching (TEACH) and considering privacy and copyright rules (COPY). This finding aligns with studies showing that K-12 teachers primarily use technology for administrative purposes (Grodek-Szostak et al., 2021), and their most-used software includes learning management systems and file transfer services (Antonietti et al., 2023; Backfisch et al., 2021). These findings also correspond with Lucas, Bem-Haja et al. (2021a,b), who found that teachers felt more proficient in creating and modifying digital resources than in offering targeted guidance to students using digital technologies. In the broader context, results partly align with Cattaneo et al. (2022) as they have shown that vocational teachers found themselves most competent in selecting digital resources for teaching, communicating, and collaborating with digital technologies.

Future studies could explore whether competence development follows a specific progression across dimensions. For example, teachers may need to feel competent in planning lessons with technology before they feel confident using it in the classroom, supporting the idea of stage models of competence development (see Brandhofer & Miglbauer, 2020). Regarding teacher education and teacher training, there may be a need to organise and structure the training of specific competence dimensions as they might build upon each other. Such an approach could be helpful to plan, for example, specific, individualised learning paths. This might help teachers identify the competencies they already have and still need to effectively and responsibly use digital technologies in their professional lives.

5.4. Influence of the VCM approach in LPA on teachers' profile predictors (RQ3)

Regarding the comparison of profile predictors in both VCM approaches, the profiles in approach A were predicted by more teacher and school characteristics than those in approach C. For gender, age, interest in and utility of using technology for teaching, we found partial similarities across both approaches: being female, older, and having lower interest in and utility of using technology in teaching predicted membership in Profile 1 with the lowest competence beliefs relative to Profile 3 with the highest competence beliefs. From a theoretical perspective, our findings suggest that competence beliefs and the heterogeneity among teachers regarding their professional digital competence beliefs are closely related to age, gender, and value beliefs. For practical implications for teacher training, this indicates that courses designed for teachers with low professional digital competence beliefs should place a particular emphasis on fostering value beliefs – specifically, how digital technologies can be useful and enhance teaching and learning (Backfisch

et al., 2024).

Additionally, there were partial differences in the influence of teacher and school characteristics between the two approaches: Only in approach A was membership in Profile 1 (relatively low competence beliefs) compared to Profile 2 (medium competence beliefs) predicted by lower utility of using technology for teaching and lower diversity of technical school equipment. Similarly, being in Profile 2 compared to Profile 3 (relatively high competence beliefs) was only predicted by the lower utility of using technology for teaching in approach A. In contrast, being in Profile 1 (relatively low competence beliefs) was more likely for female teachers than being in Profile 2 (medium competence beliefs) only in approach C. Additionally, only in approach C, teachers in Profile 2 were younger than those in Profile 3 (relatively high competence beliefs), supported by mean-level differences in age across all three profiles. These differences between VCM approaches underscore the importance of considering different VCM specifications in LPA, as varying assumptions about variances and covariances between constructs can significantly affect the identification and interpretation of latent profiles. Although VCM approach C fitted theory and data best, if we had included other variables like teachers' technology usage in the LPA, another VCM approach (e.g., approach D) might have been more suitable, as the relationship between professional digital competence belief dimensions and technology usage likely differs (Runge et al., 2023). Thus, as an implication for theory and research, the sample and assumptions on covariance matter in choosing the best-fitting VCM.

5.5. Limitations

Even though this study presents significant findings, several limitations must be discussed. First, the study used data only from teachers in Germany. Data from other countries might yield different results due to varying levels of competence beliefs (Drossel, Eickelmann, Schaumburg, & Labusch, 2019) and differing prerequisites, e.g., the relatively low quantity of technical equipment in German schools compared to the OECD average (Reiss, Weis, Klieme, & K, 2019).

Moreover, this study focused on teachers' professional digital competence beliefs, without examining other components of competence, i.e., knowledge and situation-specific skills. However, assessing digital competence from various perspectives could provide a more comprehensive understanding of teachers' abilities to use digital technologies professionally. Future research should explore professional digital competence using both self-reported and performance-based measures.

Additionally, sample acquisition occurred through e-mail newsletters from teacher associations and social media, and the data were collected via online surveys. Therefore, it is likely that our sample primarily includes teachers who already have an interest in technology, given that social media provided one access to the sample. Consequently, teachers with less affinity for technology may be underrepresented in this study. However, it should be noted that the sample is close to representative regarding German teachers' gender, age, and majors. Nevertheless, these results should be replicated using data that includes teachers who do not engage with social media.

Another limitation is that the study took place during the early stages of the COVID-19 pandemic. In Germany, this time was characterised by distance learning and hybrid teaching, which relied heavily on digital technologies. These experiences might have influenced teachers' professional digital competence beliefs and raised awareness about what is required to teach effectively using digital technologies. It remains important to examine teachers' professional digital competence beliefs in a post-pandemic context.

Finally, the sample focused solely on teachers. The assessment of student teachers' profiles of their professional digital competence beliefs and the investigation of how these may differ from profiles of in-service teachers is mandatory to gain further insights into the development of different dimensions of professional digital competence beliefs within

the process of teacher education and teacher professionalisation.

6. Conclusion and implications

Our study indicates that teachers can be grouped into three profiles of professional digital competence beliefs with relatively low, medium, and relatively high competence beliefs. Our study offers several implications. As a theoretical implication, our findings provide a deeper understanding of teachers' heterogeneity in professional digital competence beliefs, highlighting that such beliefs should not be treated as uniform factor but as potentially clustered. As a practical implication, this finding suggests that teacher training should be differentiated based on teacher profiles and, thus, heterogeneous needs in their competence development. Teachers with relatively low professional digital competence beliefs may require more intensive support, while those with medium or relatively high competence beliefs may benefit from more advanced or specialised training. Lastly, as an academic implication, we want to emphasize the need to adjust the method of Latent Profile Analysis to better align with the research questions and the relationships between the variables used. The comparison of two profile solutions with different assumptions about covariances revealed differences in their means and their relationship to teacher and school characteristics. Therefore, we recommend applying different VCM specifications to identify the best-fitting profile solution in LPA and considering theoretical assumptions about covariances and variances within and between profiles. For example, assuming correlated professional digital competence beliefs, almost three-quarters of the teachers were classified into profiles with low competence beliefs in technology-assisted assessment, emphasising the need for targeted teacher training in this area. Although analysing different specifications of the VCM is complex and time-consuming, our results demonstrate its importance and benefits, as it offers alternative perspectives for describing teachers' heterogeneity in professional digital competence beliefs.

CRedit authorship contribution statement

Jennifer Rahden: Writing – review & editing, Writing – original draft, Visualization, Methodology, Investigation, Formal analysis, Conceptualization. **Charlott Rubach:** Writing – review & editing, Visualization, Methodology, Investigation, Conceptualization. **Raphaella Porsch:** Writing – review & editing, Supervision, Conceptualization.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Written informed consent was obtained from the participants of the study. The survey was conducted anonymously and the collected data challenge any inferences to participants. The survey was conducted via SoSci Survey whose server is located in Germany and underlies German data privacy laws.

Acknowledgements

We would like to acknowledge Prof. Dr. Rebecca Lazarides (University of Potsdam, Potsdam, Germany) for her support in conceptualising, planning and implementing the study.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104869>.

Data availability

Data will be made available on request.

References

- Antonietti, C., Cattaneo, A., & Amenduni, F. (2022). Can teachers' digital competence influence technology acceptance in vocational education? *Computers in Human Behavior*, 132, Article 107266. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107266>
- Antonietti, C., Schmitz, M.-L., Consoli, T., Cattaneo, A., Gonon, P., & Petko, D. (2023). Development and validation of the ICAP Technology Scale to measure how teachers integrate technology into learning activities. *Computers & Education*, 192, Article 104648. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104648>
- Asparouhov, T., & Muthén, B. (2021). *Auxiliary variables in Mixture Modeling: Using the BCH Method in Mplus to estimate a distal outcome model and an arbitrary secondary model*. *Mplus Web Notes: No. 21*. <http://www.statmodel.com/examples/webnotes/webnote21.pdf>.
- Backfisch, I., Lachner, A., Stürmer, K., & Scheiter, K. (2021). Variability of teachers' technology integration in the classroom: A matter of utility. *Computers & Education*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104159>
- Backfisch, I., Sibley, L., Lachner, A., Kirchner, K. T., Hische, C., & Scheiter, K. (2024). Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): Utility-value interventions support knowledge integration. *Teaching and Teacher Education*, 142, Article 104532. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104532>
- Bakk, Z., & Kuha, J. (2021). Relating latent class membership to external variables: An overview. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 74(2), 340–362. <https://doi.org/10.1111/bmsp.12227>
- Bem, S. L. (1981). Gender schema theory: A cognitive account of sex typing. *Psychological Review*, 88(4), 354–364. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.4.354>
- Benali, M., Kaddouri, M., & Azzimani, T. (2018). Digital competence of Moroccan teachers of English. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 14(2).
- Bolck, A., Croon, M., & Hagenaars, J. (2004). Estimating latent structure models with categorical variables: One-step versus three-step estimators. *Political Analysis*, 12(1), 3–27. <https://doi.org/10.1093/pan/12.1>
- Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15(1), 1–40. <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382>
- Brandhofer, G., & Miglbauer, M. (2020). Digital competences for teachers - the Digi. KompP Model in an international comparison and in the practice of Austrian teacher training. *International Journal of Education*, 8(4), 55–69. <https://doi.org/10.5121/ije.2020.8406>
- Breiter, A., Welling, S., & Stolpmann, B. E. (2010). Medienkompetenz in der Schule: Integration von Medien in den weiterführenden Schulen in Nordrhein-Westfalen. *Schriftenreihe Medienforschung der LfM*, 64. Vistas Verlag.
- Cattaneo, A. A., Antonietti, C., & Rausedo, M. (2022). How digitalised are vocational teachers? Assessing digital competence in vocational education and looking at its underlying factors. *Computers & Education*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104358>
- Chen, M., Zhou, C., Man, S., & Li, Y. (2023). Investigating teachers' information literacy and its differences in individuals and schools: A large-scale evaluation in China. *Education and Information Technologies*, 28(3), 3145–3172. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11271-6>
- Cheng, S.-L., & Xie, K. (2018). The relations among teacher value beliefs, personal characteristics, and TPACK in intervention and non-intervention settings. *Teaching and Teacher Education*, 74, 98–113. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.04.014>
- 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, K. Schwippert, et al. (Eds.), *ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking* (pp. 205–240). Waxmann.
- Eccles, J. S. (2005). Subjective task value and the Eccles et al. Model of achievement-related choices. In A. J. Elliot, & C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation*. Guilford Press.
- Eccles, J. S., Adler, T. E., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., et al. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *A Series of books in psychology*. *Achievement and achievement motives: Psychological and sociological approaches* (pp. 75–146). W.H. Freeman.
- Ferguson, S. L., Moore, G., E. W., & Hull, D. M. (2020). Finding latent groups in observed data: A primer on latent profile analysis in Mplus for applied researchers. *International Journal of Behavioral Development*, 44(5), 458–468. <https://doi.org/10.1177/0165025419881721>
- Fernández-Cruz, F.-J., & Fernández-Díaz, M.-J. (2016). Generation Z's teachers and their digital skills. *Comunicar*, 24(46), 97–105. <https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Gao, C., Li, Z., & Zheng, L. (2023). Develop and validate a scale to measure primary and secondary teachers' digital teaching competence. *Education and Information Technologies*, 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12228-z>
- Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (DigCompEdu): Development and evaluation of a self-assessment instrument for teachers' digital competence. In H. Lane, S. Zvacek, & J. Uhmouibhi (Eds.), *Proceedings of the 11th international conference on computer supported education - volume 1: Csedu* (Vol. 1, pp. 541–548). SCITEPRESS - Science and Technology Publications. <https://doi.org/10.5220/0007679005410548>
- Grodek-Szostak, Z., Suder, M., Piechaczek, A., & Luis. (2021). Assessment and comparison of digital competences in education for selected European countries. *European RESEARCH STUDIES JOURNAL*, XXIV(Special Issue 1), 348–361. <https://doi.org/10.35808/ersj/2046>
- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., Bravo-Agapito, J., & Escribano-Ortiz, D. (2021). Analysis of teachers' pedagogical digital competence: Identification of factors predicting their acquisition. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(3), 481–498. <https://doi.org/10.1007/s10758-019-09432-7>
- Hatlevik, I. K. R., & Hatlevik, O. E. (2018). Examining the relationship between teachers' ICT self-efficacy for educational purposes, collegial collaboration, lack of facilitation and the use of ICT in teaching practice. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00935>
- Hatos, A., Cosma, M.-L., & Clipa, O. (2022). Self-assessed digital competences of Romanian teachers during the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.810359>
- Howard, S. K., Tondeur, J., Siddiq, F., & Scherer, R. (2021). Ready, set, go! Profiling teachers' readiness for online teaching in secondary education. *Technology, Pedagogy and Education*, 30(1), 141–158. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1839543>
- Huberman, A. M. (1989). *La vie des enseignants: Évolution et bilan d'une profession*. Delachaux et Niestlé.
- Johnson, S. K. (2021). Latent profile transition analyses and growth mixture models: A very non-technical guide for researchers in child and adolescent development. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2021(175), 111–139. <https://doi.org/10.1002/cad.20398>
- Kaarakainen, M.-T., & Saikkonen, L. (2021). Multilevel analysis of the educational use of technology: Quantity and versatility of digital technology usage in Finnish basic education schools. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 953–965. <https://doi.org/10.1111/jcal.12534>
- Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in the Norwegian teacher education and schools. *Högere utbildning*, 1(1), 39–51. <https://hogreutbildning.se/index.php/hu/article/view/874>
- Krumsvik, R. J. (2014). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(3), 269–280. <https://doi.org/10.1080/00313831.2012.726273>
- Krumsvik, R. J., Jones, L.O., Øfstegaard, M., & Eikeland, O. J. (2016). Upper secondary school teachers' digital competence: Analysed by demographic, personal and professional characteristics. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 11(3), 143–164. <https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2016-03-02>
- Li, S., Liu, Y., Yuxuan, & Su, Y.-S. (2022). Differential analysis of teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) abilities according to teaching stages and educational levels. *Sustainability*, 14(12), 7176. <https://doi.org/10.3390/su14127176>
- Liu, Y., Yue, Zhao, L., & Su, Y.-S. (2022). The impact of teacher competence in online teaching on perceived online learning outcomes during the COVID-19 outbreak: A moderated-mediation model of teacher resilience and age. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 6282. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106282>
- Lucas, M., Bem-Haja, P., Siddiq, F., Moreira, A., & Redecker, C. (2021a). The relation between in-service teachers' digital competence and personal and contextual factors: What matters most? *Computers & Education*, 160, Article 104052. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104052>
- Lucas, M., Dorotea, N., & Piedade, J. (2021b). Developing teachers' digital competence: Results from a pilot in Portugal. *IEEE Revista Iberoamericana De Tecnologías Del Aprendizaje*, 16(1), 84–92. <https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3052654>
- Masoumi, D., & Noroozi, O. (2023). Developing early career teachers' professional digital competence: A systematic literature review. *European Journal of Teacher Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2229006>
- Masyn, K. E. (2013). Latent class analysis and finite mixture modeling. In *The Oxford handbook of quantitative methods 2013*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhdb/9780199934898.013.0025>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Muenks, K., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2018). I can do this! The development and calibration of children's expectations for success and competence beliefs. *Developmental Review*, 48, 24–39. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.04.001>
- Muthén, B. O. (2008). *What is a good value of entropy?*. <http://www.statmodel.com/discussion/messages/13/2562.html?1487458497>.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. (2017). *Mplus user's guide: Statistical analysis with latent variables* (8th ed.). Muthén & Muthén.
- Nylund, K. L., Asparouhov, T., & Muthén, B. O. (2007). Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modeling: A Monte Carlo simulation study. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 14(4), 535–569. <https://doi.org/10.1080/10705510701575396>
- Nylund-Gibson, K., & Choi, A. Y. (2018). Ten frequently asked questions about latent class analysis. *Translational Issues in Psychological Science*, 4(4), 440–461. <https://doi.org/10.1037/tps0000176>
- Pastor, D. A., Barron, K. E., Miller, B. J., & Davis, S. L. (2007). A latent profile analysis of college students' achievement goal orientation. *Contemporary Educational Psychology*, 32(1), 8–47. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.10.003>
- Premsky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Quast, J., Rubach, C., & Porsch, R. (2023). Professional digital competence beliefs of student teachers, pre-service teachers and teachers: Validating an instrument based

- on the DigCompEdu framework. *European Journal of Teacher Education. Advance online publication*. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2251663>
- Redecker, C., & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators: Digcompedu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Reiss, K., Weis, M., Klieme, E., & Köller, O. (Eds.). (2019). *Pisa 2018*. Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830991007>
- Rubach, C. (2024). Jingle-jangle in the measurement of digital competencies: An attempt at clarification using (prospective) teachers as an example. *MedienPädagogik: Zeitschrift Für Theorie Und Praxis Der Medienbildung*, 57, 75–102. <https://doi.org/10.21240/mpaed/57/2024.03.25.X>
- 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 (Eds.), *Empirische Pädagogik: 2022-2. Vom Klassenzimmer ins Kinderzimmer - Lernerfahrungen, Herausforderungen und Gelingensbedingungen schulischer Bildungsprozesse im digitalen Raum* (pp. 145–165). Verlag Empirische Pädagogik.
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2019). Eine Skala zur Selbsteinschätzung digitaler Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden. *Zeitschrift Für Bildungsforschung*, 9(3), 345–374. <https://doi.org/10.1007/s35834-019-00248-0>
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021a). 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, Article 106636. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2020.106636>
- Rubach, C., & Lazarides, R. (2021b). Bedingungen für die Umsetzung motivationsförderlicher Unterrichtsstrategien durch digitale Medien. In R. Lazarides, & D. Raufelder (Eds.), *Motivation in unterrichtlichen fachbezogenen Lehr-Lernkontexten: Perspektiven aus Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktiken* (pp. 427–453). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31064-6_15
- Runge, I., Lazarides, R., Rubach, C., Richter, D., & Scheiter, K. (2023). Teacher-reported instructional quality in the context of technology-enhanced teaching: The role of teachers’ digital competence-related beliefs in empowering learners. *Computers & Education*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104761>
- Scherer, R., Howard, S. K., Tondeur, J., & Siddiq, F. (2021). Profiling teachers’ readiness for online teaching and learning in higher education: Who’s ready? *Computers in Human Behavior*, 118, Article 106675. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106675>
- Schulze-Vorberg, L., Krille, C., Fabriz, S., & Horz, H. (2021). Hinweise und Empfehlungen für die Konzeption von Lehrkräftefortbildungen zu digitalen Medien [Recommendations for the conceptual design of professional development programmes for teachers on the use of digital media]. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(5), 1–30. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01046-z>
- Spurk, D., Hirschi, A., Wang, M., Valero, D., & Kauffeld, S. (2020). Latent profile analysis: A review and “how to” guide of its application within vocational behavior research. *Journal of Vocational Behavior*, 120, Article 103445. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2020.103445>
- Statistisches Bundesamt. (2023). Statistischer bericht - allgemeinbildende schulen. *Schuljahr 2022/2023*. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Schulen/_inhalt.html#_j1bj393d1
- Suárez-Rodríguez, J., Almerich, G., Orellana, N., & Díaz-García, I. (2018). A basic model of integration of ICT by teachers: Competence and use. *Educational Technology Research & Development*, 66(5), 1165–1187. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9591-0>
- Tein, J.-Y., Coxe, S., & Cham, H. (2013). Statistical power to detect the correct number of classes in Latent Profile Analysis. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 20(4), 640–657. <https://doi.org/10.1080/10705511.2013.824781>
- Tzafilkou, K., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2023). Assessing teachers’ digital competence in primary and secondary education: Applying a new instrument to integrate pedagogical and professional elements for digital education. *Education and Information Technologies*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11848-9>
- UNESCO. (2018). *Unesco ICT competency framework for teachers*. UNESCO Version 3. .
- Vermunt, J. K. (2010). Latent Class Modeling with covariates: Two improved three-step approaches. *Political Analysis*, 18(4), 450–469. <https://doi.org/10.1093/pan/mpq025>
- Weller, B. E., Bowen, N. K., & Faubert, S. J. (2020). Latent class analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 46(4), 287–311. <https://doi.org/10.1177/0095798420930932>
- Wu, D., Yu, L., Zhu, S., & Wang, Q. (2021). Teachers’ profiles of ICT-related dispositions and relations to secondary school students’ information literacy: A latent profile analysis. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 14(2), 21–40. <https://doi.org/10.18785/jetde.1402.02>
- Yang, L., Martínez-Abad, F., & García-Holgado, A. (2022). Exploring factors influencing pre-service and in-service teachers’ perception of digital competencies in the Chinese region of Anhui. *Education and Information Technologies*, 27(9), 12469–12494. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11085-6>

Ehrenerklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Verwendete fremde und eigene Quellen sind als solche kenntlich gemacht.

Ich habe nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Ich habe insbesondere nicht wissentlich:

- Ergebnisse erfunden oder widersprüchliche Ergebnisse verschwiegen
- statistische Verfahren absichtlich missbraucht, um Daten in wissenschaftlich ungerechtfertigter Weise zu interpretieren
- fremde Ergebnisse oder Veröffentlichungen plagiiert
- fremde Forschungsergebnisse verzerrt wiedergegeben.

Mir ist bekannt, dass Verstöße gegen das Urheberrecht Unterlassungs- und Schadensersatzansprüche des Urhebers sowie eine strafrechtliche Ahndung durch die Strafverfolgungsbehörden begründen können.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form als Dissertation eingereicht und ist als Ganzes auch noch nicht veröffentlicht.

Ich erkläre mich hiermit einverstanden, dass die Dissertation ggf. mit Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung auf Plagiate überprüft werden kann.

Magdeburg, den

Jennifer Rahden